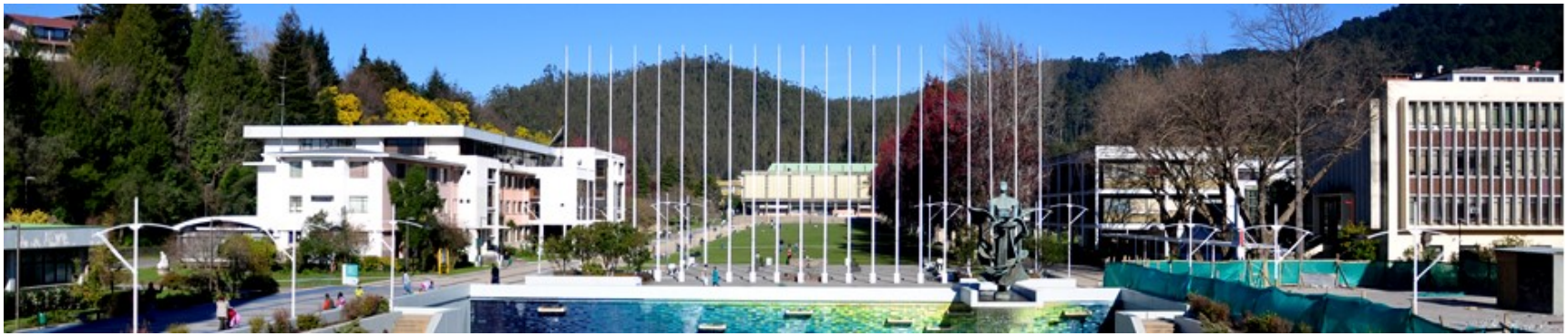
Fundamentos de Tribología

RODAMIENTOS 2



Gabriel Barrientos. 06/2026

RODAMIENTOS

GRASAS

3.4.5. Selección de la grasa

Se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Consistencia. Los grados NLGI que se emplean comúnmente son 1, 2 y 3.
- Tipo de espesante. Los más utilizados son los de litio, sodio y calcio.
- Viscosidad dinámica. Se especifica de acuerdo con la velocidad y la temperatura de operación del rodamiento.
- Factor de velocidad. Es característico de cada grasa y siempre debe estar por encima del que se obtiene de multiplicar el diámetro medio del rodamiento en mm por la velocidad de giro en rpm (Dmn). En la figura 12 se pueden apreciar los valores de Dmn para diferentes tipos de grasas, en función de la temperatura de operación y de la viscosidad del aceite base.
- Temperatura de trabajo. Es función del grado NLGI do la grasa y del tipo do jabón.
- Aditivos. Es necesario tener en cuenta si la grasa requiere EP o no, de acuerdo con el tipo de cargas que se pueden presentar en operación.
- Sistema de aplicación. Influye en la consistencia de la grasa. Asi, para sistemas de lubricación centralizada, por lo regular es NLGI 0 o NLGI 1; para reengrase es 2, y para sistemas de grasa empacada es 3.

4.3.4. Seleccion de la grasa

Para seleccionar adecuadamente el tipo de grasa, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

(A) n/n_g, adimensional.

En este caso, n_g es la velocidad máxima en rpm a la cual puede girar el rodamiento cuando se lubrica con grasa. Este dato se toma del catálogo del fabricante del rodamiento.

(B) Magnitud de carga especifica. P/C, adimensional. Donde:

P : Es la carga equivalente o resultante aplicada sobre el rodamiento; está constituida por una carga radial F_r y una axial F_a; y se calcula de la siguiente ecuación:

$$P = VXFr + YFa, \quad kgf$$

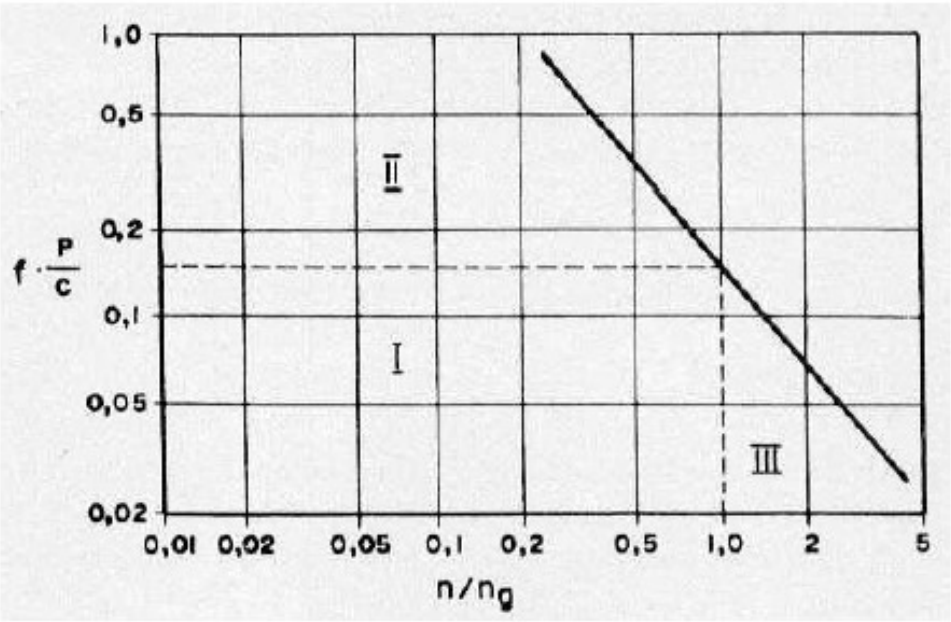
Factor	Valor								
F_o/C_o	0,014	0,028	0,056	0,084	0,11	0,17	0,28	0,42	0,55
X	0,56	0,560	0,560	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Y	2,30	1,990	1,710	1,55	1,45	1,31	1,15	1,04	1,00
e	0,19	0,220	0,260	0,28	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44

Figura 4.15: Factores de carga radial (X) , axial (Y) y del limite de validez (e)

f : Fracción de rozamiento por deslizamiento, según el tipo de rodamiento, adimensional. Este parámetro se determina de: $f(P/C)$, donde $f = 1$: Para rodamientos de bolas, independientemente de la carga y para rodamientos de rodillos cargados, preferentemente en sentido radial. $F_a/F_r \leq 1$

$f = 2$: Para rodamientos de rodillos cargados, preferentemente en sentido axial, $F_a/F_r > 1$

Con la magnitud de carga específica y la fracción de rozamiento por deslizamiento conocidas, se determina el factor $f(P/C)$. Con $f(P/C)$ y n/n_g se determinan de la figura 25 las condiciones de trabajo de la grasa.



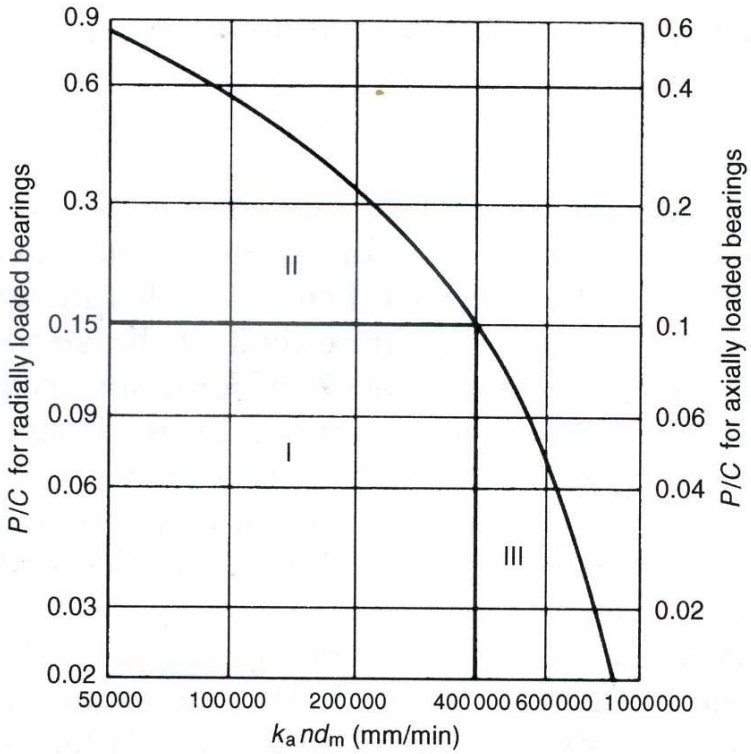


Figura 4.16: Características de la grasa, dependiendo de las condiciones de trabajo

28: Elección de la grasa según la relación de la carga P/C y el factor de velocidad del rodamiento $k_a \cdot n \cdot d_m$

Zona N
Zona de servicio normal.
Grasas para rodamientos K según DIN 51825.

Zona HL
Zona de elevadas solicitaciones a carga.
Grasas para rodamientos KP según DIN 51825 u otras grasas apropiadas.

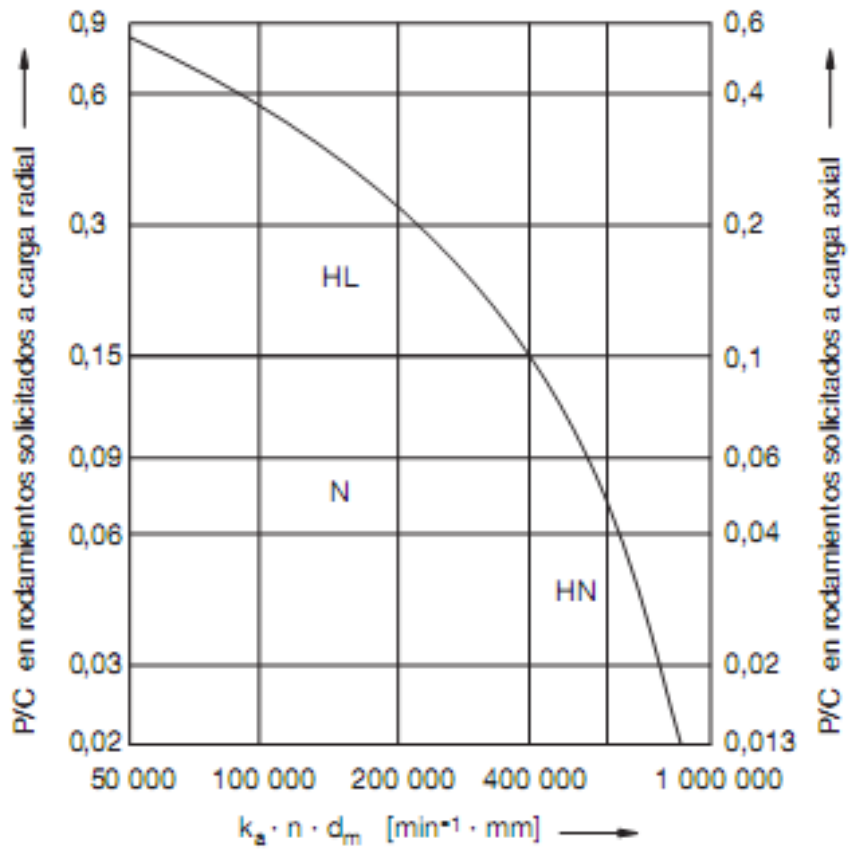
Zona HN
Zona de elevadas velocidades de giro.
Grasas para rodamientos altamente revolucionados.
Para tipos de rodamiento con $k_a > 1$, grasas KP según DIN 51825 u otras grasas apropiadas.

Valores de k_a

$k_a = 1$ Rodamientos rígidos de bolas, rodamientos de bolas de contacto angular, rodamientos con cuatro caminos de rodadura, rodamientos oscilantes de bolas, rodamientos de rodillos cilíndricos solicitados a carga radial, rodamientos axiales de bolas.

$k_a = 2$ Rodamientos oscilantes de rodillos, rodamientos de rodillos cónicos, rodamientos de agujas.

$k_a = 3$ Rodamientos de rodillos cilíndricos solicitados a carga axial, rodamientos de rodillos cilíndricos sin jaula.



1. Sector I. Grasa para rodamientos de uso normal; cerca de la línea límite oblicua pueden aparecer temperaturas más elevadas y es necesario emplear grasas tecnicamente más estables.

2. Sector II. Grasas con aditivos EP. Para rodamientos sometidos a cargas elevadas, de impacto, de choque o a vibraciones, se emplea un aceite base de mayor viscosidad.

3. Sector III. Grasa para rodamientos que giran a altas velocidades y sometidos a bajas cargas.

Campo	Máquina y lugar de aplicación	Factor f	Relación de cargas $f\frac{P}{C}$	Relación de velocidades de giro $\frac{n}{n_g}$	Temperatura máxima del rodamiento °C	Condiciones de giro exigidas: Rozamiento escaso	Condiciones de giro exigidas: Marcha silenciosa	Condiciones de servicio: Situación del eje	Condiciones de servicio: Reengrase
I	Instalación de banda transportadora Rodillo de transportador	1	0,05	<0,5	50°	–	–	Horizontal hasta oblicuo	de 2 a 3 meses
	Motor eléctrico Motores eléctricos de serie 1...20 kW	1	0,05	0,5...0,6	70°	–	–	Horizontal hasta vertical	Lubricación continua
	Motores eléctricos de tracción	1	0,1	1	90°	–	–	Horizontal	desp. de 300.000 km como máximo
	Motores eléctricos <500W	1	<0,05	<1	50°	si	–	Horizontal hasta vertical	Lubricación continua
	Motor eléctrico para aparatos domésticos	1	<0,05	<1	50°	–	si	Horizontal hasta vertical	Lubricación continua
	Motor eléctrico para instalaciones de secado	1	0,05	<0,5	–	–	–	Horizontal	Lubricación continua
	Motor eléctrico para instalaciones de refrigeración	1	0,05	<0,5	–	–	–	Horizontal	Lubricación continua
II	Rodillo horno giratorio	2	0,6...0,9	0,01...0,02	–	–	–	Horizontal	de 3 a 6 meses
	Tren blooming dúo de laminación	1	0,45	0,1	–	–	–	Horizontal	3 días
	Apoyo de la cuba de un convertidor	1	0,65	<0,01	–	–	–	Horizontal	de 1 a 3 meses
	Bomba centrífuga	1	0,18	0,75	75°	–	–	Horizontal	de 1 a 2 meses
III	Fresadora de mesa	1	<0,1	<2	40°	–	–	Vertical	de 2 a 3 meses
	Husillo de rectificadora de interiores	1	<0,1	1,8...2,5	30°...45°	–	–	Horizontal	Lubricación continua
	Husillos para máquinas textiles	1	<0,1	2,5...3,0	50°	si	si	Vertical	Lubricación continua

Nota. La viscosidad del aceite base de la grasa debe ser la misma que si el rodamiento se estuviera lubricando con aceite.

ON

Condiciones del ambiente			Grasa lubricante				
Temperatura del rodamiento °C	Ensuciamiento	Corrosión	Base de saponificación	Consistencia	Temperatura de servicio °C	Aditivos	Observaciones
–	Polvo, barro	Agua de condensación y agua	Ca	2-3	-20... +60	Anti-oxidante	La duración de un rodillo de banda transportadora es de 5 años aproximadamente.
			Li	2-3	-20 +120	Anti-oxidante	
–	Polvo	Agua de condensación	Li	2	-20... +120	Anti-oxidante	Los rodamientos se sustituyen después de 4 a 8 años.
			Li	3	-20... +120	Anti-oxidante	Antes con grasa sódica, hoy debido a la lubricación continua con grasa litica.
–	Polvo	Agua de salpicadura y de condensación	Li	3	-30... +120	Anti-oxidante	Grasa litica para conseguir un periodo de reengrase largo a pesar de la solicitación elevada.
–	Polvo	–	Li	2	-50... +120	Aceite básico sintético	El motor tiene que arrancar con poca absorción de potencia.
–	Polvo	Humedad	Li	2	-15 +100	Anti-oxidente	Grasa especial filtrada con aceite básico de alta viscosidad para giro silencioso.
+130... +140	Polvo	Humedad, agua de condensación	Compleja de Na	3	-35... +150	–	Grasa para altas temperaturas.
-40...-30	–	Humedad, medios corrosivos	Li	2	-50... +120	Aceite básico sintético	Grasa para bajas temperaturas para que el rozamiento de arranque a bajas temperaturas sea escaso.
+60... +70	Polvo	Humedad	Li	2-3	-20... +120	Anti-oxidante Alta presión	Con la grasa de la clase de penetración 3, se obtiene un buen efecto obturador, incluso con periodos largos de reengrase.
+60	Cascarilla de laminación	Agua refrigeración	Compleja de Ca o Li	2	-25... +130	Anti-oxidante Alta presión	Grasa con aceite básico de alta viscosidad y aditivos EP.
+50... +80	Polvo, ceniza y óxido de hierro	Humedad	Li	2	-20... +120	Anti-oxidante y MoS_2	Con los aditivos de MoS_2, se obtiene aún una capa lubricante suficiente a velocidades de giro pequeñas.
–	–	Agua	Li	2	-20... +120	Anti-oxidante Alta presión	La carga elevada exige aditivos EP. El elevado número de revoluciones exige un reengrase frecuente.
–	Polvo	–	Compleja de bario	2	-60... +130	–	Relubricación con grasa nueva durante la revisión. A pesar de las temperaturas bajas reinantes, normalmente son necesarias grasas para temperaturas de servicio elevadas porque pequeñas alteraciones en la marcha originan un rápido crecimiento de la temperatura debido al elevado número de revoluciones. El desarrollo comenzó con grasas liticas, con aceite mineral básico, hasta llegar a grasas liticas con aceite básico sintético y grasas complejas que alargan el tiempo de aplicación debido a su elevado límite de temperaturas.
–	Polvo	Humedad	Li con aceite básico	2	-60... +130	–	
–	Polvo	Humedad	sintético	2	-60... +130	–	

Factores que Influyen en el Desempeño

4.3.1. Lubricación por grasa

De los tipos de lubricación usados en rodamientos, entre los principales se encuentra la Lubricación por grasa. Se dice que entre un 80 y 90 % de los rodamientos se lubrica con grasa. En el caso de los reductores existe una preponderancia de usar aceites que permitan lubricar adecuadamente los engranajes y los rodamientos, por lo que por lo general se usan sistemas asociados a aceites lubricantes.

Un gran número de rodamientos se lubrican con grasa debido a que permiten mayores frecuencias entre relubricaciones y menores costos por consumo de lubricante. Por lo general se emplea la grasa cuando se presentan uno o varios de los siguientes factores:

- Un medio ambiente bastante contaminado y se requiere buena estanqueidad
- Altas o bajas temperaturas de funcionamiento
- Que el factor de velocidad esté dentro del rango establecido para cada tipo de rodamiento (Tabla 8)
- Que se requieran prolongadas frecuencias entre relubricaciones

Para que cumpla adecuadamente con sus funciones, debe tener las siguientes propiedades:

- Consistencia requerida
- Buenas propiedades anticorrosivas y antiherrumbe
- Buena resistencia a la oxidación,
- Punto de goteo adecuado
- Factor de velocidad mayor que el del rodamiento,
- Estabilidad mecánica,
- Buenas propiedades antidesgaste (o de EP si se requieren),
- Viscosidad adecuada del aceite base.

En el caso de lubricación por grasa, para evitar un engrase excesivo del rodamiento cuando la cavidad o el soporte no tiene tapón, es necesario dosificar la cantidad de grasa durante el reengrase. Un engrase excesivo puede producir sobrecalentamiento adicional sobre el descanso, acelerando la pérdida de vida útil de la grasa y pro ende del rodamiento. La cantidad de grasa requerida se obtiene de la expresión:

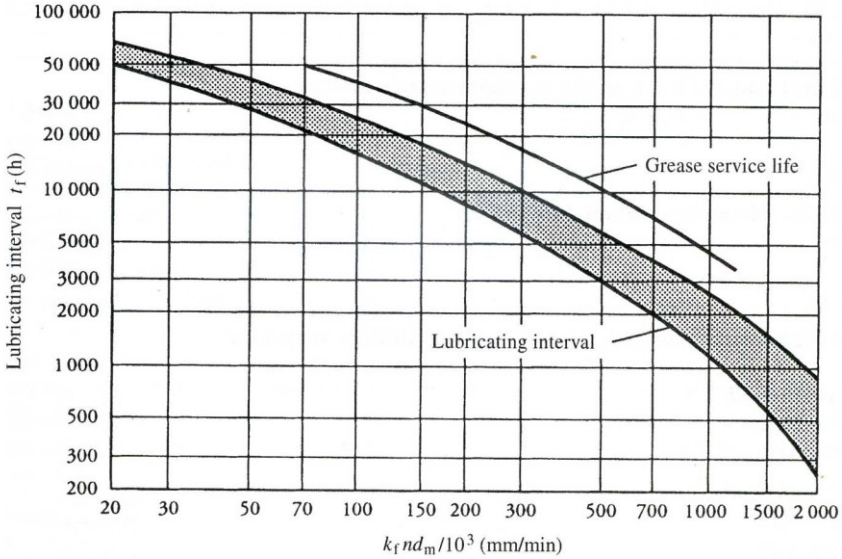
$$C_g = XDB \quad (gr)$$

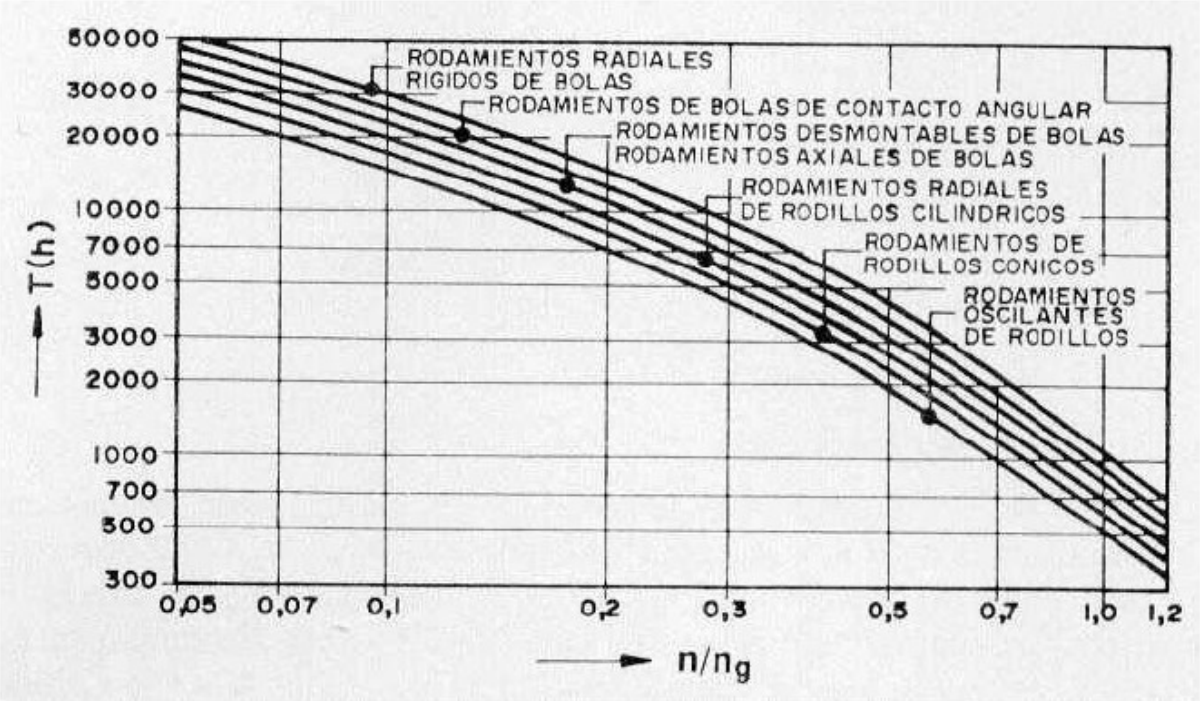
X	Periodo de relubricación
0.001	Diario
0.002	Semanal
0.003	Mensual
0.004	Anual
0.005	Cada 2 a 3 años

Figura 4.11: Factor X de reengrase que depende de la frecuencia de relubricación (adimensional)

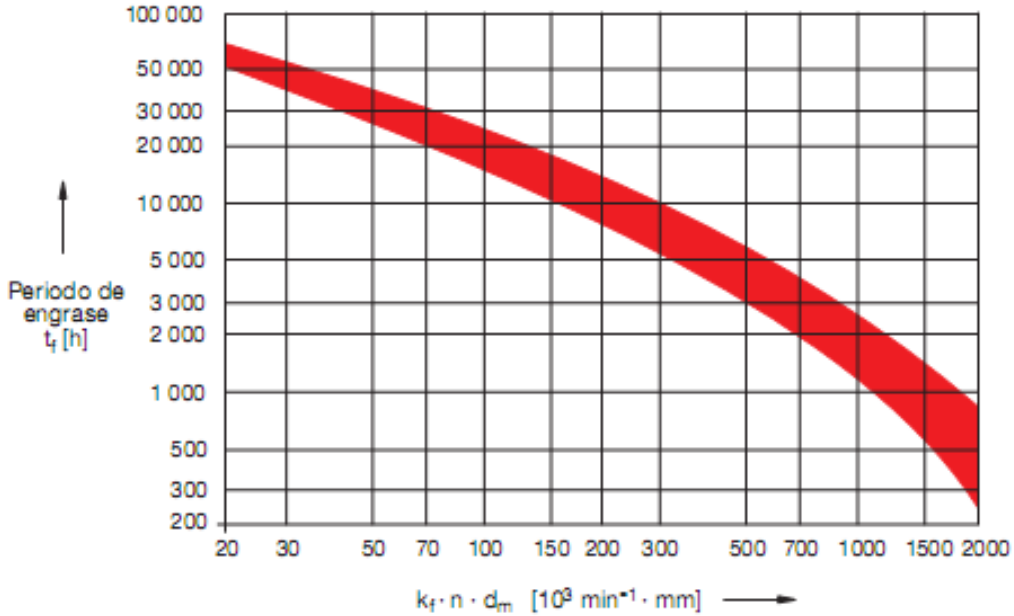
Manual	Automatico
G = 0.005 x D x B	G = 0.00001 x D x B
G: Cantidad en gramos	G: Cantidad en gramos por hora
D: Diámetro Exterior del rodamiento en mm	D: Diámetro Exterior del rodamiento en mm
B: Ancho del rodamiento en mm	B: Ancho del rodamiento en mm

Frecuencia relubricacion





33: Periodos de engrase bajo condiciones favorables de ambiente. Duración de servicio de la grasa F_{10} para grasas estándar de base de saponificación lítica según DIN 51825, a 70 °C; probabilidad de fallo del 10 %



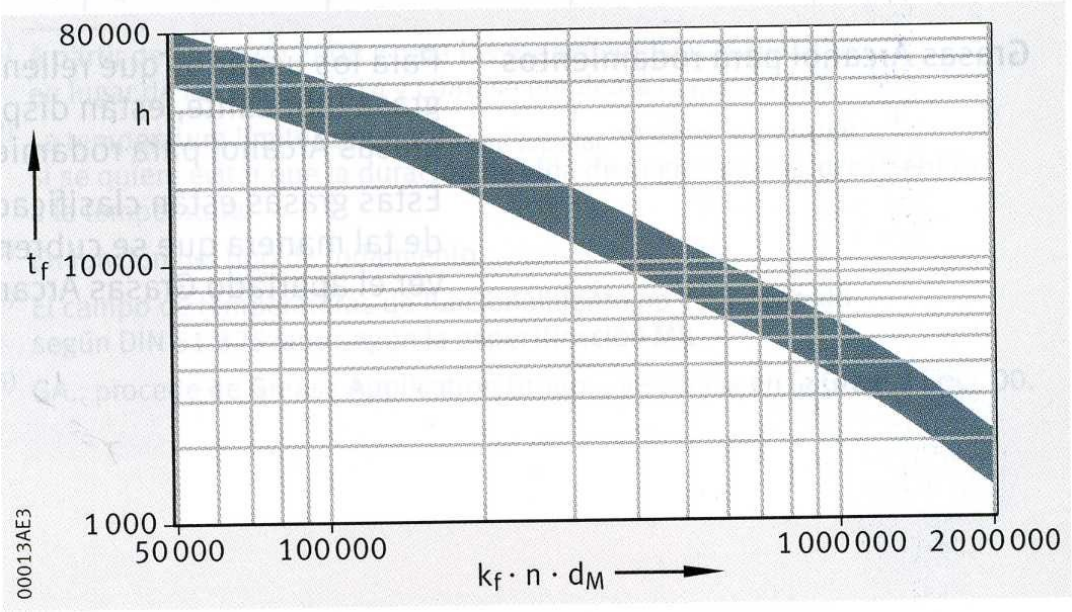
Tipo de rodamiento		k_f
Rodamientos rígidos de bolas	De una hilera	0,9...1,1
	De dos hileras	1,5
Rodamientos de bolas de contacto angular	De una hilera	1,6
	De dos hileras	2
Rodamientos para husillos	$\alpha = 15°$	0,75
	$\alpha = 25°$	0,9
Rodamientos con cuatro caminos de rodadura		1,6
Rodamientos oscilantes de bolas		1,3...1,6
Rodamientos axiales de bolas		5...6
Rodamientos axiales de bolas de contacto angular de dos hileras		1,4

Tipo de rodamiento		k_f
Rodamientos de rodillos cilíndricos	De una hilera	3...3,5*)
	De dos hileras	3,5
	Sin jaula	25
Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos		90
Rodamientos de agujas		3,5
Rodamientos de rodillos cónicos		4
Rodamientos oscilantes con una hilera de rodillos		10
Rodamientos oscilantes de rodillos sin reborde ("E")		7...9
Rodamientos oscilantes de rodillos con reborde central		9...12

*) Para rodamientos solicitados por carga radial y constantemente por carga axial; en el caso de carga axial variable, vale $k_f = 2$

Tipo de rodamiento	Factor k_f
Rodamientos rígidos a bolas, de una hilera	1
Rodamientos rígidos a bolas, de dos hileras	1,5
Rodamientos a bolas de contacto angular, de una hilera	1,6
Rodamientos a bolas de contacto angular, de dos hileras	2
Rodamientos con cuatro puntos de contacto	1,6
Rodamientos oscilantes de bolas	1,45
Rodamientos axiales a bolas	5,5
Rodamientos axiales de bolas de contacto angular, de dos hileras	1,4
Rodamientos de rodillos cilíndricos, de una hilera, con carga axial constante	3,25
Rodamientos de rodillos cilíndricos, de una hilera, con o sin carga axial alterna	2
Rodamientos de rodillos cilíndricos, de dos hileras[1)]	3,5
Rodamientos de rodillos cilíndricos sin jaula	5,3
Rodamientos de rodillos cónicos	4
Rodamientos oscilantes de una hilera de rodillos	10
Rodamientos oscilantes de rodillos sin reborde central	8
Rodamientos oscilantes de rodillos con reborde central	10,5
Coronas de agujas, rodamientos de agujas	3,6
Casquillos de agujas, casquillos de agujas con fondo	4,2
Rodillos de apoyo y de levas, con y sin jaula	20
Rodillos de apoyo, rodillos de levas sin jaula	40
Rodillos-guía, de una hilera	1
Rodillos-guía, de dos hileras	2
Rodillos de apoyo PWTR, rodillos de levas PWKR	6
Rodamientos de rodillos cilíndricos LSL, ZSL	3,1
Rodamientos de rodillos cruzados	4,4
Rodamiento axiales de agujas y de rodillos cilíndricos	58
Rodamientos autoalineables, soportes	1

1) No es válido para rodamientos de rodillos cilíndricos de superprecisión NN30. Para ello, utilizar el esquema de cálculo de la publicación Rodamientos de superprecisión, AC 41 130/7.



Cuadro 4.2: Factor de reducción q de la frecuencia de reengrase para condiciones desfavorables de trabajo.

OBSERVACIONES:

•: influencias escasas

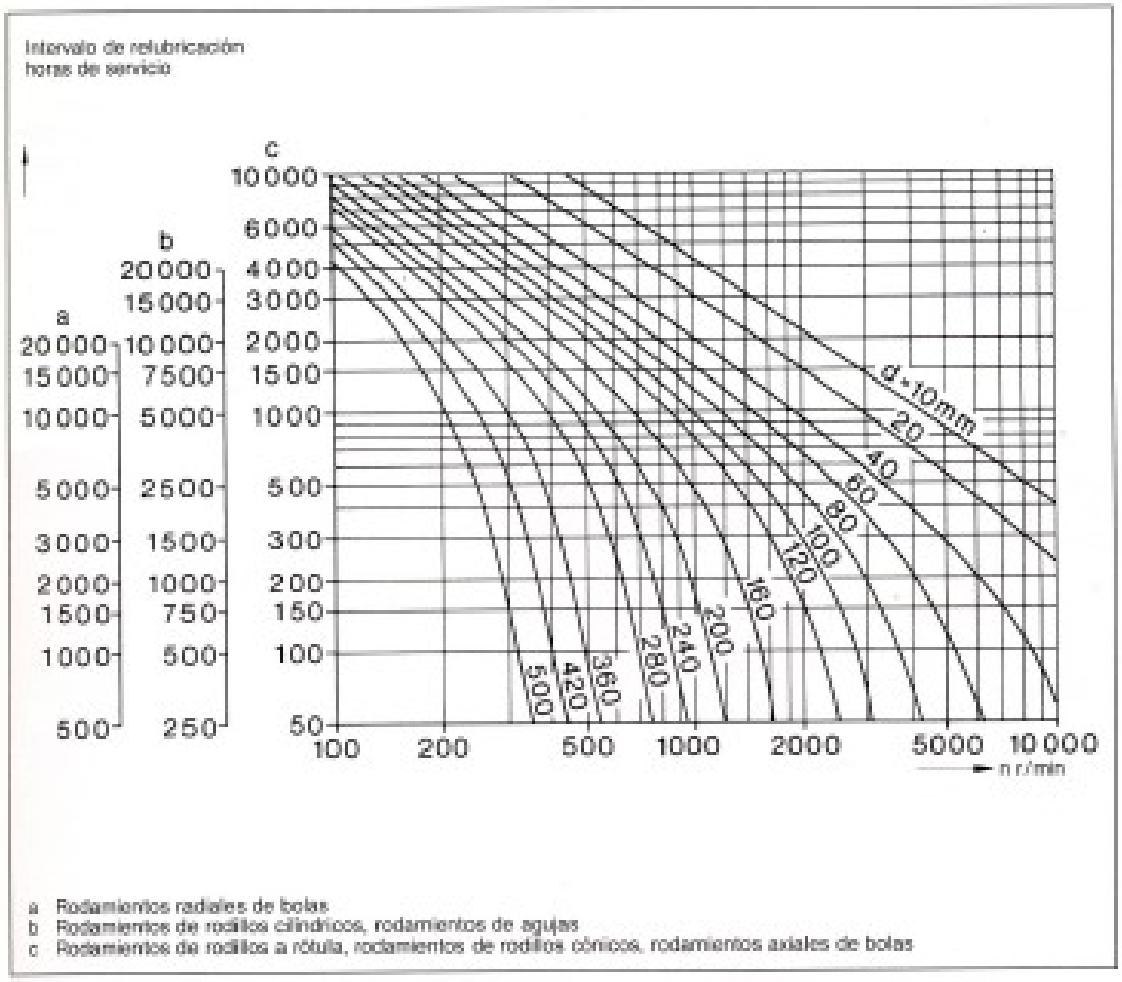
••: influencias considerables

•••: influencias muy considerables

Aplicación de rodamientos	Polvo humedad	Golpes vibraciones oscilaciones	Temperat. elevada	Factor de reducción q
Motor eléctrico estacionario	-	-	-	1
Punto móvil de un torno	-	-	-	1
Husillo de una rectificadora	-	-	-	1
Rectificadora plana	-	-	-	1
Eje de sierra circular	•	-	-	0.8
Volante de una prensa para	•	-	-	0.8
carrocerías Molino de martillos	•	-	-	0.8
Freno dinamométrico	-	-	•	0.7
Caja grasa locomotora	•	•	-	0.6
Poleas de transmisión de un teleférico	••	-	-	0.6
Rueda delantera automóvil	•	•	-	0.6
Husillo de máquina textil	-	•••	-	0.3
Machacadora mandíbulas	••	••	-	0.2
Motor vibratorio	•	••	-	0.2
Cilindro aspirados	•••	••	-	0.2
Cilindro de prensado húmedo	•••	-	-	0.2
Cilindro de trabajo de un laminador	•••	-	-	0.2
Rueda de canguilones de excavadora	•••	-	-	0.1
Sierra de doble bastidor	•	•••	-	0.1
Apisonadora vibratoria	•	•••	•••	0.1
Cribadora oscilante	•	•••	-	0.1

En la tabla 4.2 se indica una serie de aplicaciones a rodamientos con su respectivo factor q. De acuerdo a la cantidad de puntos se puede ver en que grado influye cada magnitud.

$$t_f = k(\frac{14x10^6}{n\sqrt{d}} - 4d)$$



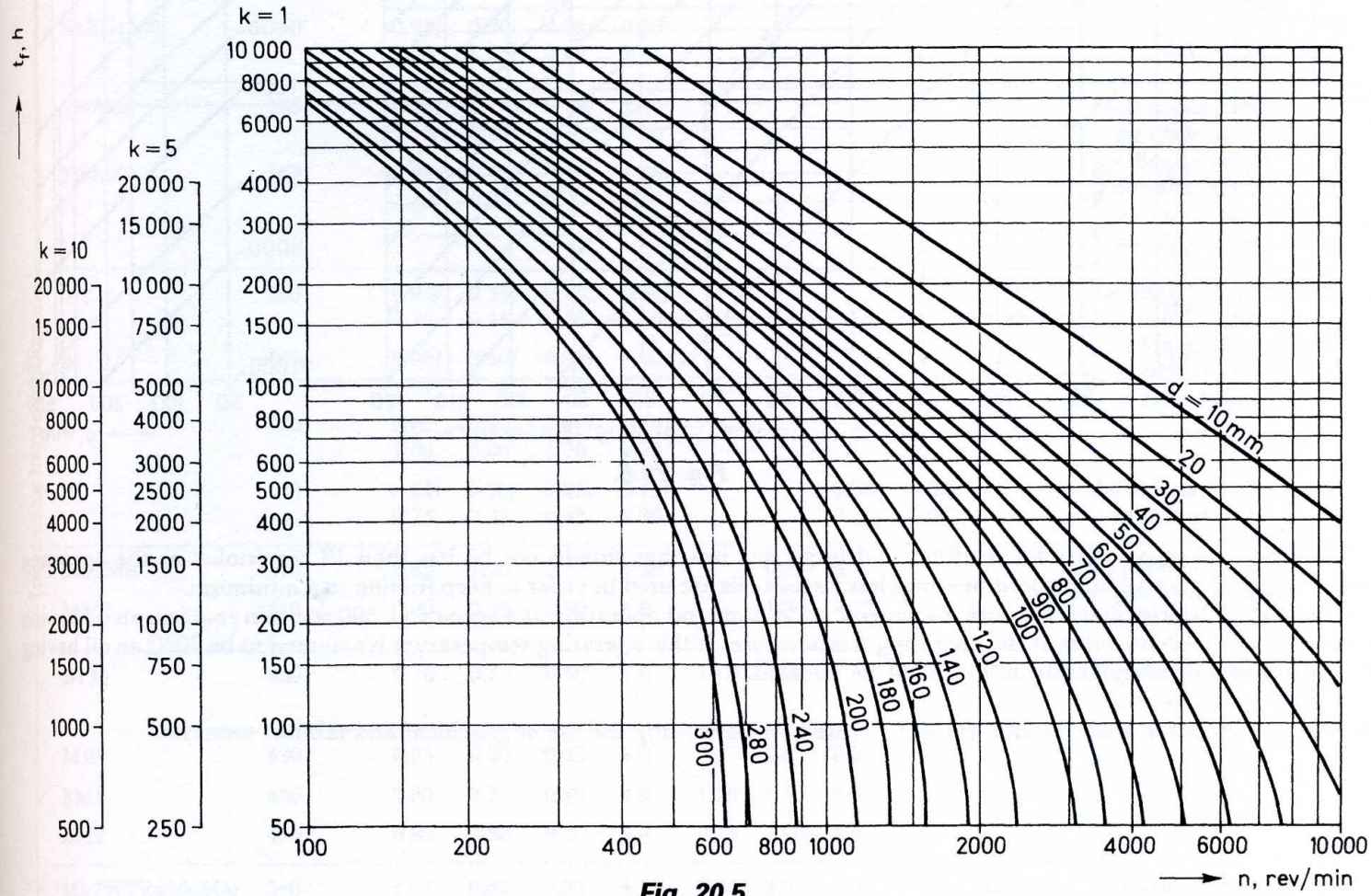
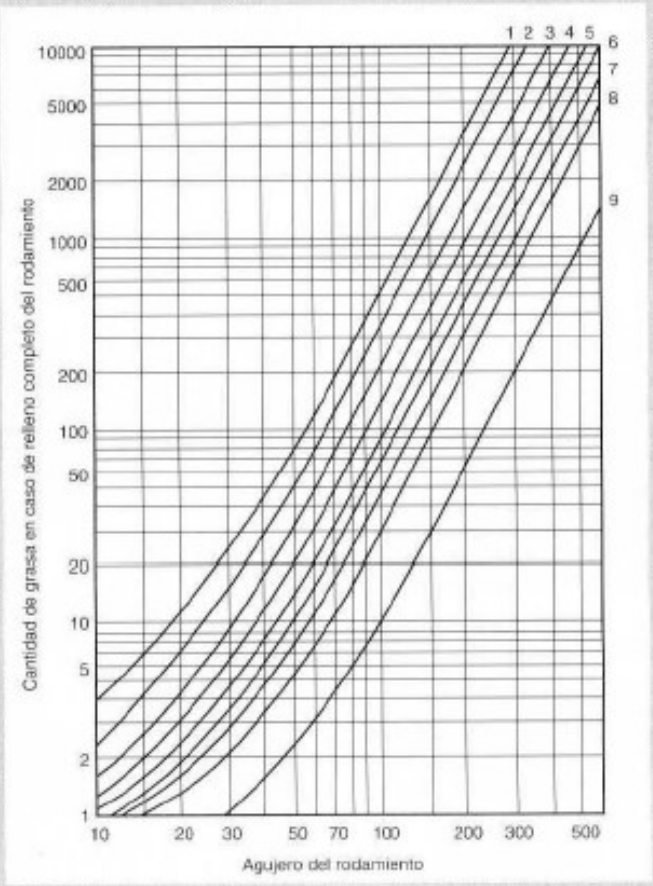

t_f, h
k = 1
10 000
8000
6000
4000
3000
2000
1500
1000
800
600
500
400
300
200
150
100
50
k = 5
20 000
15 000
10 000
7500
5000
4000
3000
2500
2000
1500
1000
750
500
250
k = 10
20 000
15 000
10 000
8000
6000
5000
4000
3000
2000
1500
1000
500
100
200
400
600
800
1000
2000
4000
6000
10 000
n, rev/min
d = 10 mm
20
30
40
50
60
70
80
90
100
120
140
160
180
200
240
280
300

Fig. 20.5.

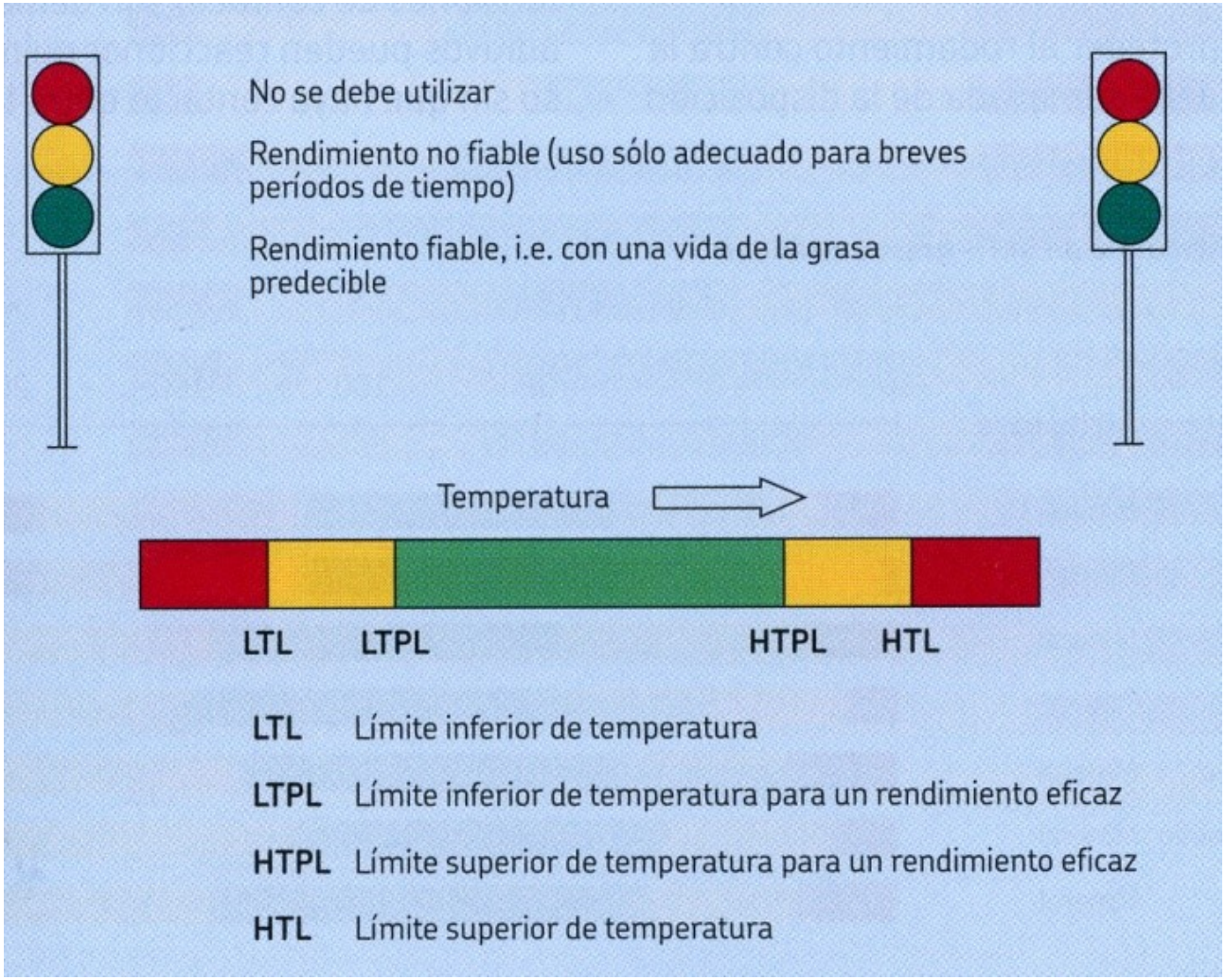
Serie de rodamientos	Curva
Rodamiento radial rígido	
618 T jaula	8 – 9
618 M jaula	9
160	7
60	6
62	4
63	2 – 3
64	1
Rodamientos de bolas angulares	
70	6
72B	4
73B	2 – 3
Rodamientos de rodillos cónicos	
302	3 – 4
303	2
313	2
320X	6
322	3 – 4
323	1 – 2
329	7 – 8
330	5
331	4
332	4
Rodamientos de rodillos cilíndricos	
NU10	7
NU2	5
NU22	4
NU23	2
NU3	3
NU4	2
NN30K	5
NNU49	7
Rodamiento de rodillos a rótula	
213	3
222	4
223	2
230	6
231	4
232	3 – 4
239	8
240	5
241	3



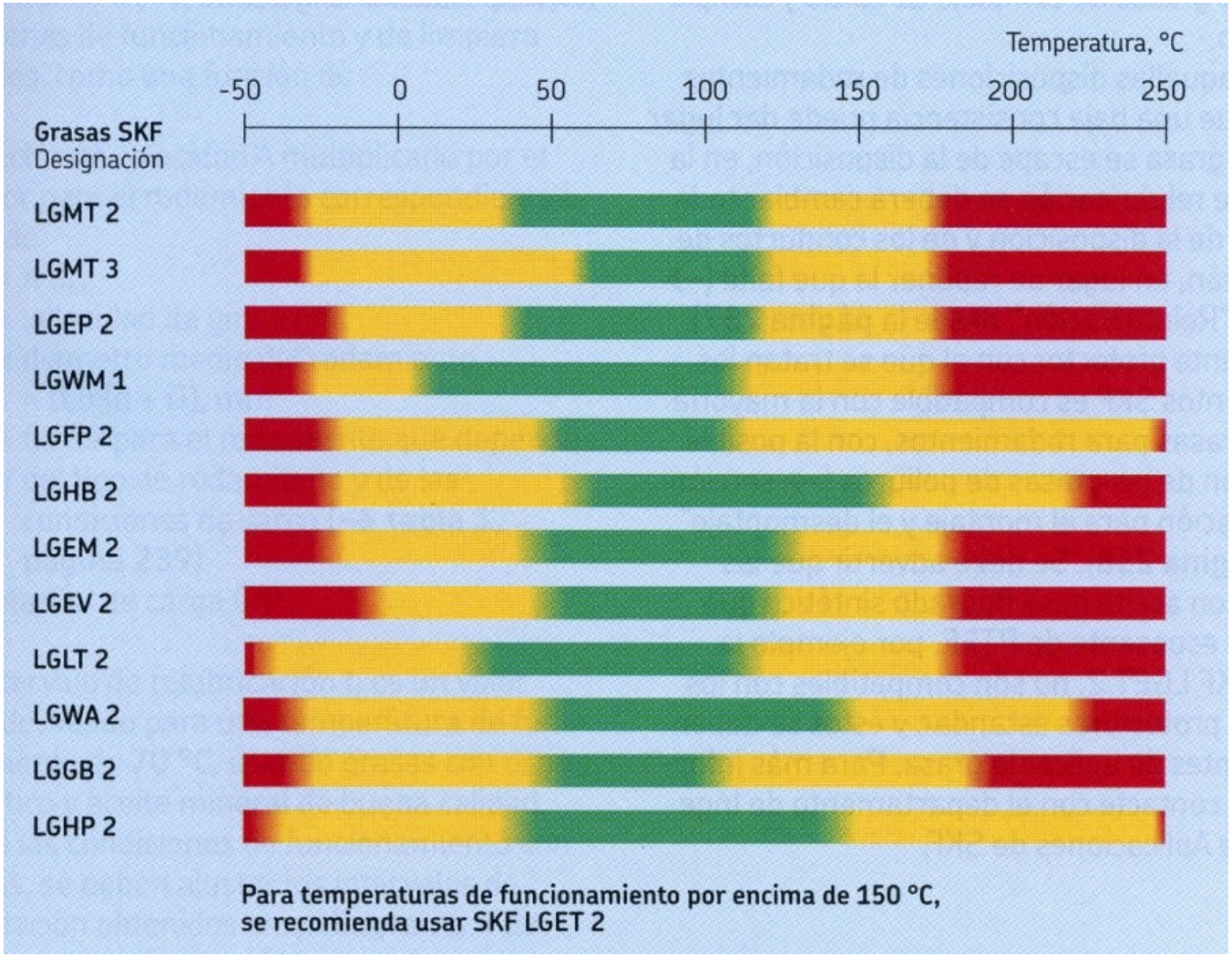
Valores orientativos para la cantidad de relleno (densidad aprox. 0,95 g/cm³)

Figura 4.21: Selección de cantidad de grasa para rodamientos

GRASAS - SKF


No se debe utilizar
Rendimiento no fiable (uso sólo adecuado para breves períodos de tiempo)
Rendimiento fiable, i.e. con una vida de la grasa predecible
Temperatura
LTL
LTPL
HTPL
HTL
LTL Límite inferior de temperatura
LTPL Límite inferior de temperatura para un rendimiento eficaz
HTPL Límite superior de temperatura para un rendimiento eficaz
HTL Límite superior de temperatura

GRASAS - SKF


Temperatura, °C
-50
0
50
100
150
200
250
Grasas SKF
Designación
LGMT 2
LGMT 3
LGEP 2
LGWM 1
LGFP 2
LGHB 2
LGEM 2
LGEV 2
LGLT 2
LGWA 2
LGGB 2
LGHP 2
Para temperaturas de funcionamiento por encima de 150 °C,
se recomienda usar SKF LGET 2

Grasas estándar

LGMT 2

Grasa de uso general para una extensa gama de aplicaciones industriales y de automoción
Maquinaria agrícola
Rodamientos de ruedas de automóviles
Transportadores
Motores eléctricos pequeños

LGMT 3

Grasa de uso general para una extensa gama de aplicaciones como la LGMT2, pero de mayor consistencia
Rodamientos con eje mayor de 100 mm
Rotación del aro exterior
Aplicaciones con eje vertical
Elevada temperatura de funcionamiento > 35 °C
Ejes propulsores

LGEP 2

Grasa EP para una extensa gama de aplicaciones industriales y de automoción
Máquinas papeleras
Trituradoras de mandíbulas
Motores de tracción para vehículos ferroviarios
Compuertas de embalses

LGLT 2

Grasa de baja temperatura para aplicaciones de alta velocidad y bajo nivel de ruido
Husillos textiles
Husillos de máquinas-herramienta
Instrumentos y equipos de control
Motores eléctricos pequeños utilizados en equipos médicos y de odontología

LGHQ 3

Grasa de alta temperatura y bajo ruido
Rodamientos para motores eléctricos
Ventiladores funcionando continuamente a más de 80 °C
Rodamientos para embrague
Vagonetas de horno y rodillos

LGFP 2

Grasa compatible con los alimentos USDA H1
Equipos de panadería
Equipos de elaboración de alimentos
Máquinas de embalar
Rodamientos de ciutas transportadores

Grasas especiales

LGWA 2

Grasa de amplia gama de temperatura y larga duración
Rodamientos de rueda de automóviles y camiones
Lavadoras
Motores eléctricos

LGLC 2

Grasa de baja temperatura para aplicaciones de alta velocidad y carga media
Husillos de máquinas-herramienta
Husillos textiles

LGMB 2

Grasa EP para la industria pesada
Rodamientos para cilindros de trabajo de laminadores en caliente
Rodamientos de apoyo muy cargados en laminadores
Rodamientos en enderezadoras de apoyo

LGHB 2

Grasa EP para aplicaciones industriales de alta temperatura
Acero-Acero en cojinetes lisos
Máquinas papeleras
Cribas vibratorias
Máquinas de fundición de colada contínua
Rodamientos de rodillos a rótula obturados funcionando hasta 150 °C
Resiste picos de temperaturas +200 °C

LGEM 2

Grasa EP con bisulfuro de molibdeno para equipo industrial y pesado
Rodamientos de rodillos funcionando a baja velocidad y soportando cargas muy elevadas
Trituradoras de mandíbulas
Máquinas para colocar vías
Roldanas de grúas
Máquinas de construcción tales como pisones mecánicos, brazos de grúa, ganchos de grúa

LGEV 2

Grasa EP con bisulfuro de molibdeno para aplicaciones industriales pesadas
Molinos de bolas
Rodillos de apoyo y empuje en hornos giratorios y secadores
Excavadoras rotatorias
Coronas dentadas
Laminadores de alta presión

LGWM 1

Grasa EP para baja temperatura
Generadores eólicos
Transportadores de tornillo

Tabla de selección

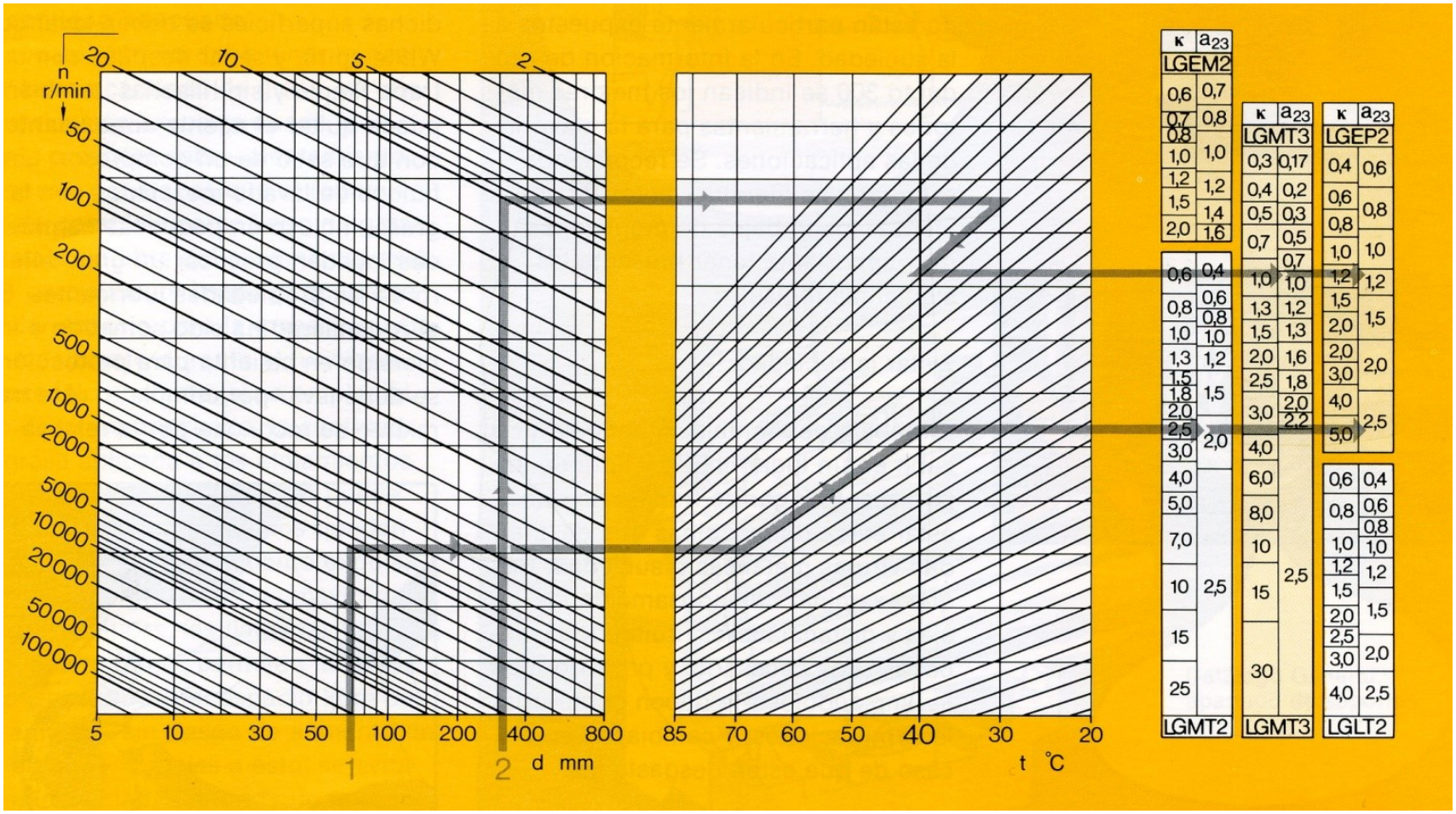
Condiciones de funcionamiento del rodamiento	Alta temperatura, superior a 120 °C	Baja temperatura	Velocidad muy alta	Velocidad muy baja y/o movimientos oscilantes	Bajo par de rozamiento	Vibración severa	Carga pesada
Grasas estándar							
LGMT 2			o		+		o
LGMT 3			o		o		o
LGEP 2			o	o		+	+
LGLT 2		+	+	−	+	o	−
LGHQ 3	+		o		o	o	o
LGFP 2					o	o	o
Grasas especiales							
LGWA 2	+		o		o		+
LGLC 2		+	+	−	+		o
LGMB 2			−	+	−	+	+
LGHB 2	+		o	+		o	+
LGEM 2			−	+	−	+	+
LGEV 2			−	+	−	+	+
LGWM 1		+		o	o	−	+

+ Recomendado o Adecuado − No adecuado

Propiedades antioxidantes	Resistencia al agua	Descripción	Gama de temperatura	Espesante / aceite base	Viscosidad del aceite base *1)	Tamaños de envase disponibles
		Especificaciones técnicas				
o	o	Uso general en la industria y automoción	-30/+120 °C	Jabón de litio/ aceite mineral	110	tubo de 35-200 g, cartucho de 420 ml, 1-5-18-50-180 kg
o	o	Uso general en la industria y automoción	-30/+120 °C	Jabón de litio/ aceite mineral	120-130	cartucho de 420 ml, 1-5-18-50-180 kg
+	+	Extrema presión	-20/+110 °C	Jabón de litio/ aceite mineral	200	cartucho de 420 ml, 1-5-18-50-180 kg
o	+	Baja temperatura	-55/+110 °C	Jabón de litio/ aceite de diéster	15	tubo de 200 g, 1-180 kg
o	o	Alta temperatura	-20/+150 °C	Jabón complejo de litio/aceite mineral	110	cartucho de 420 ml, 1-5-18-50-180 kg
+	+	Fabricación y manipulado de alimentos	-20/+110 °C	Aceite blanco médico/complejo aluminio	130	cartucho de 420 ml, 1-18 kg
+	+	Amplia gama de temperatura *2)	-30/+140 °C	Jabón complejo de litio/aceite mineral	185	tubo de 35-200 g, cartucho de 420 ml, 1-5-50-180 kg
+	+	Baja temperatura alta velocidad	-40/+120 °C	Jabón complejo de calcio/aceite de éster-mineral	24	tubo de 200 g, 1-180 kg
+	+	EP alta viscosidad	-20/+120 °C	Jabón de litio-calcio/ aceite mineral	780	50-180 kg
+	+	EP alta viscosidad, alta temperatura *3)	-20/+150 °C	Sulfonato cálcico complejo/aceite mineral	400-450	cartucho de 420 ml, 5-18-50-180 kg
o	o	Alta viscosidad mas aditivos sólidos	-20/+120 °C	Jabón de litio/ aceite mineral	500	cartucho de 420 ml, 5-18-180 kg
+	+	Viscosidad extremadamente alta con aditivos sólidos	-10/+120 °C	Jabón de litio-calcio/ aceite mineral	1.020	tubo de 35 g, 5-18-50-180 kg
+	+	Extrema presión, baja temperatura	-30/+110 °C	Jabón de litio/ aceite mineral	200	cartucho de 420 ml, 5-50-180 kg

*1) mm^2/s a 40 °C = cSt. *2) LGWA 2 puede resistir picos de temperaturas de +220 °C
*3) LGHB 2 puede resistir picos de temperaturas de +200 °C

GRASAS - SKF


n
r/min
20
10
5
2
50
100
200
500
1000
2000
5000
10 000
20 000
50 000
100 000
5
10
30
50
100
200
400
800
d mm
1
2
85
70
60
50
40
30
20
t °C
κ
a23
LGEM2
0,6
0,7
0,7
0,8
0,8
1,0
1,0
1,2
1,2
1,5
1,4
2,0
1,6
0,6
0,4
0,8
0,6
0,8
1,0
1,0
1,3
1,2
1,5
1,8
1,5
2,0
2,5
2,0
3,0
4,0
5,0
7,0
10
2,5
15
25
LGMT2
κ
a23
LGMT3
0,3
0,17
0,4
0,2
0,5
0,3
0,7
0,5
0,7
1,0
1,0
1,3
1,2
1,5
1,3
2,0
1,6
2,5
1,8
3,0
2,0
2,2
4,0
6,0
8,0
10
15
2,5
30
LGMT3
κ
a23
LGEP2
0,4
0,6
0,6
0,8
0,8
1,0
1,0
1,2
1,2
1,5
1,5
2,0
2,0
3,0
2,0
4,0
5,0
2,5
0,6
0,4
0,8
0,6
0,8
1,0
1,0
1,2
1,2
1,5
1,5
2,0
2,5
3,0
2,0
4,0
2,5
LGLT2

Selección de grasas

Generalmente utilizada si: Velocidad = M, Temperatura = M y Carga = M	LGMT 2	Uso general
Salvo para:		
Rodamientos con una temperatura esperada continua > 100 °C	LGHP 2	Temperatura alta
La temperatura esperada para el rodamiento es continuamente > 150 °C, se requiere una resistencia a la radiación	LGET 2	Temperatura extremadamente alta
Bajas temperaturas ambiente -50 °C, temperatura del rodamiento esperada < 50 °C	LGLT 2	Temperatura baja
Cargas de choque, cargas elevadas, arranques / paradas frecuentes	LGEP 2	Carga alta
Industria de alimentación	LGFP 2	Proceso de alimentos
Biodegradable "Verde", para aplicaciones que requieren baja toxicidad	LGGB 2	"Verde"

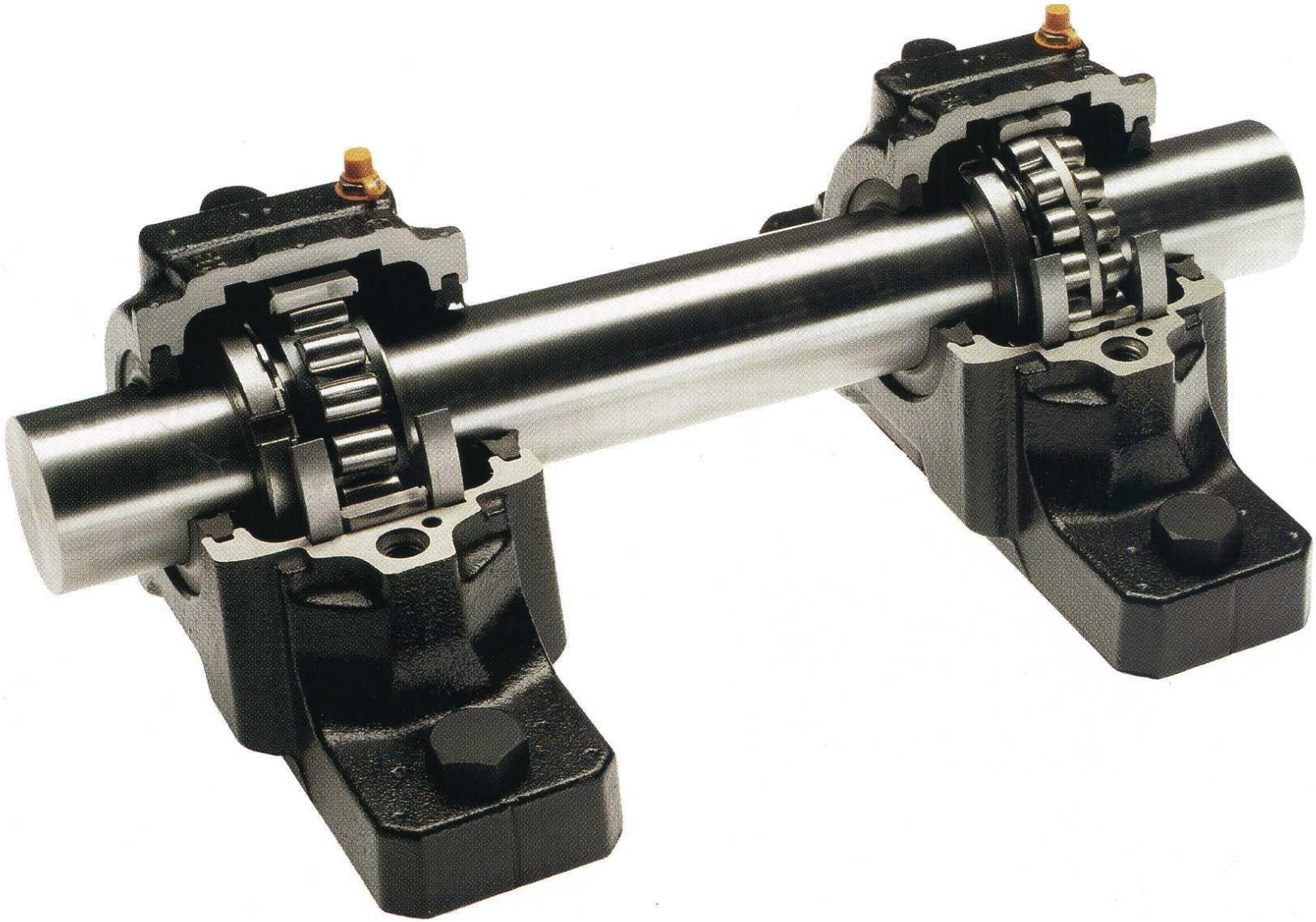
Nota:
- *Cuando la temperatura ambiente sea relativamente alta, utilice la grasa LGMT 3 en vez de la LGMT 2*
- *Para condiciones de funcionamiento especiales, consulte la tabla de selección de grasas SKF*

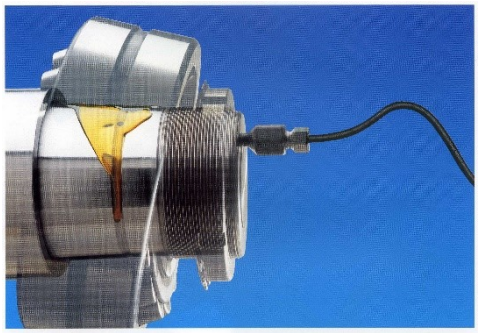
Table 12-2
Relative Cost of Greases

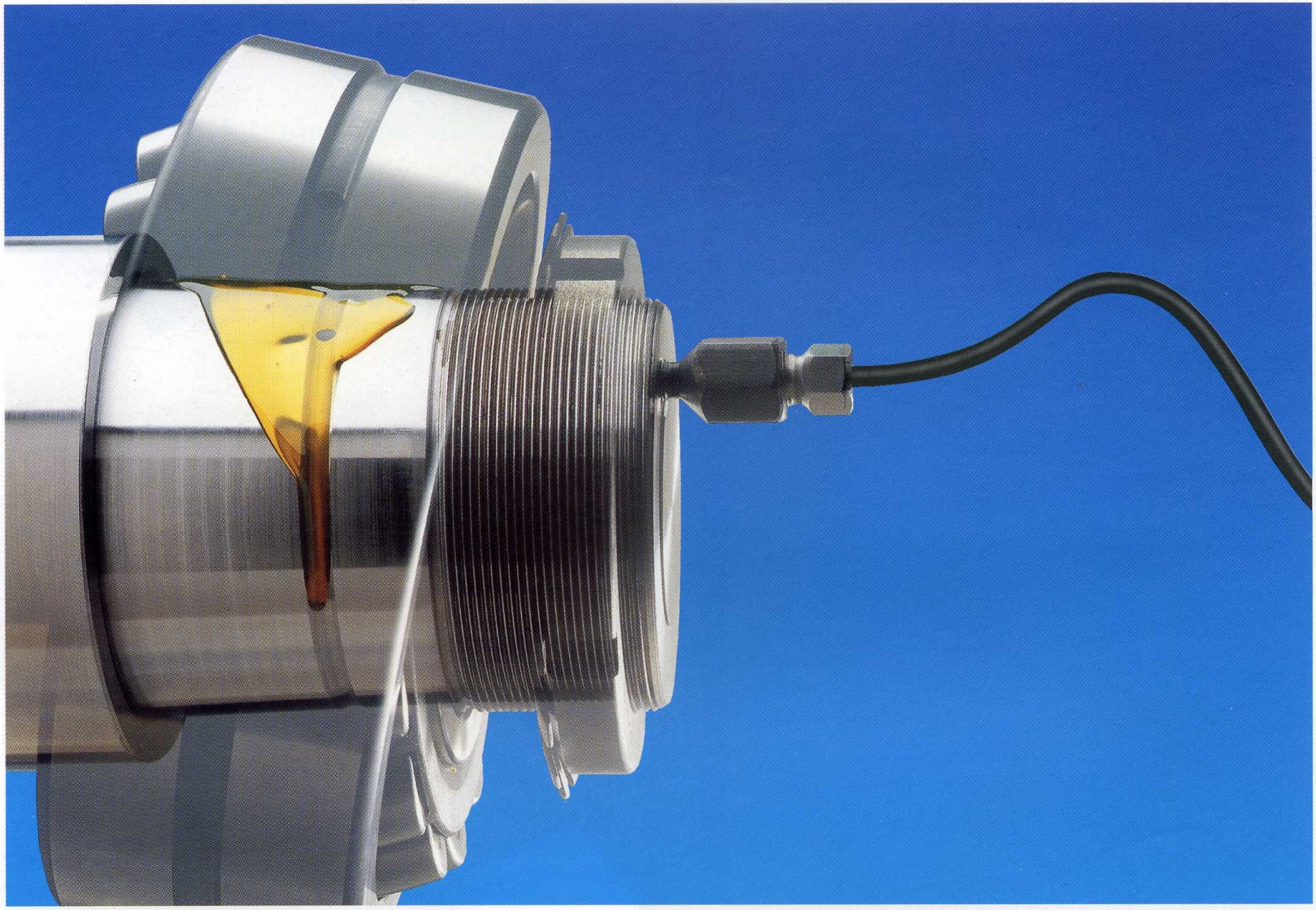
Grease Type	Base Oil	Relative Cost to Lithium Grease[1]
Aluminum	Mineral	2.5 - 3
Calcium	Mineral	0.8
Lithium	Mineral	1
Sodium	Mineral	0.9
Aluminum complex	Mineral	2.5 - 4
Calcium complex	Mineral	0.9 - 1.2
Lithium complex	Mineral	2
Sodium complex	Mineral	3.5
Lithium	Ester	5 - 6
Lithium complex	Ester	10
Lithium complex	Silicone	20
Bentonites (organo clay)	Mineral	2 - 6
Polyurea	Mineral	3
Polyurea	Silicone	35 - 40
Polyurea	Fluorosilicone	100

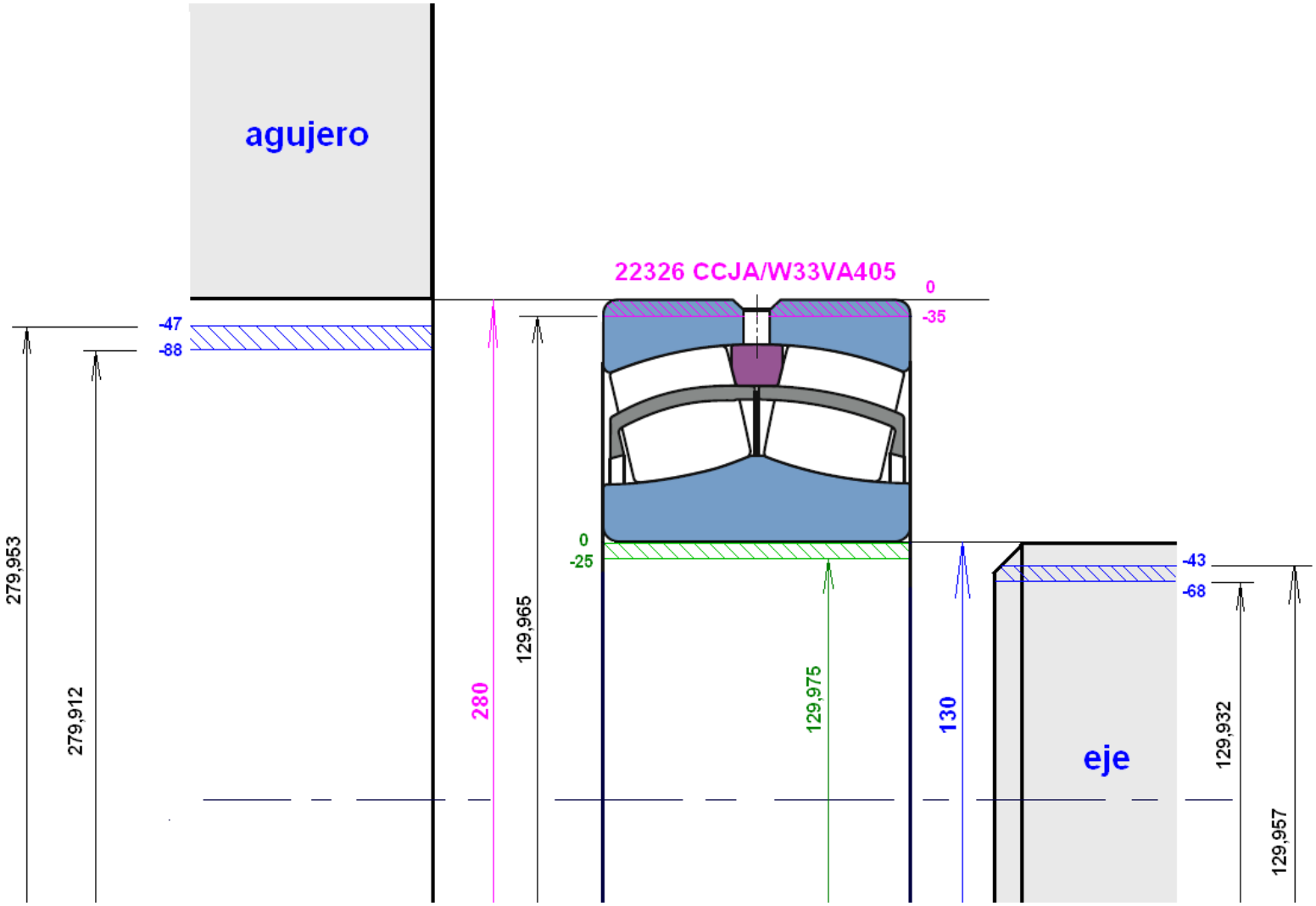
[1] Mancuso and South 1994.

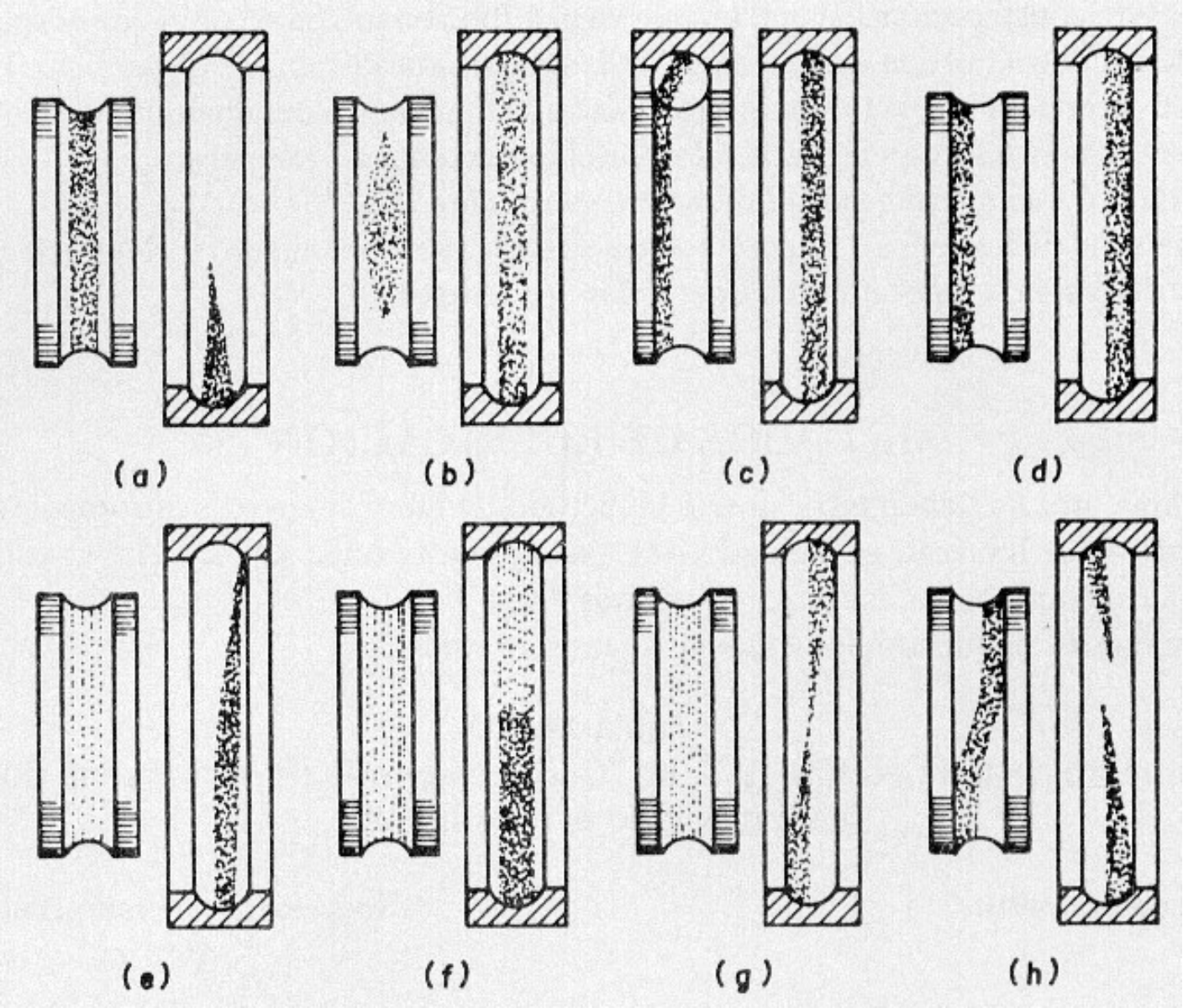
MONTAJE








agujero
22326 CCJA/W33VA405
0
-35
-47
-88
279,953
279,912
280
129,965
0
-25
129,975
130
-43
-68
eje
129,932
129,957


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)

▼ Ejemplos de jaulas de rodamientos

Jaulas de chapa de acero: jaula de solapas (a) y jaula remachada (b) para rodamientos rígidos de bolas, jaula de ventanas (c) para rodamientos oscilantes de rodillos.

Jaulas macizas de latón: jaula maciza remachada (d) para rodamientos rígidos de bolas, jaula de ventanas de latón (e) para rodamientos de bolas de contacto angular y jaula maciza de latón con remaches en las propias costillas (f) para rodamientos de rodillos cilíndricos.

Jaulas macizas de poliamida reforzada con fibra de vidrio: jaula de ventanas (g) para rodamiento de bolas de contacto angular, de una hiera y jaula de ventanas (h) para rodamientos de rodillos cilíndricos

a

b

c

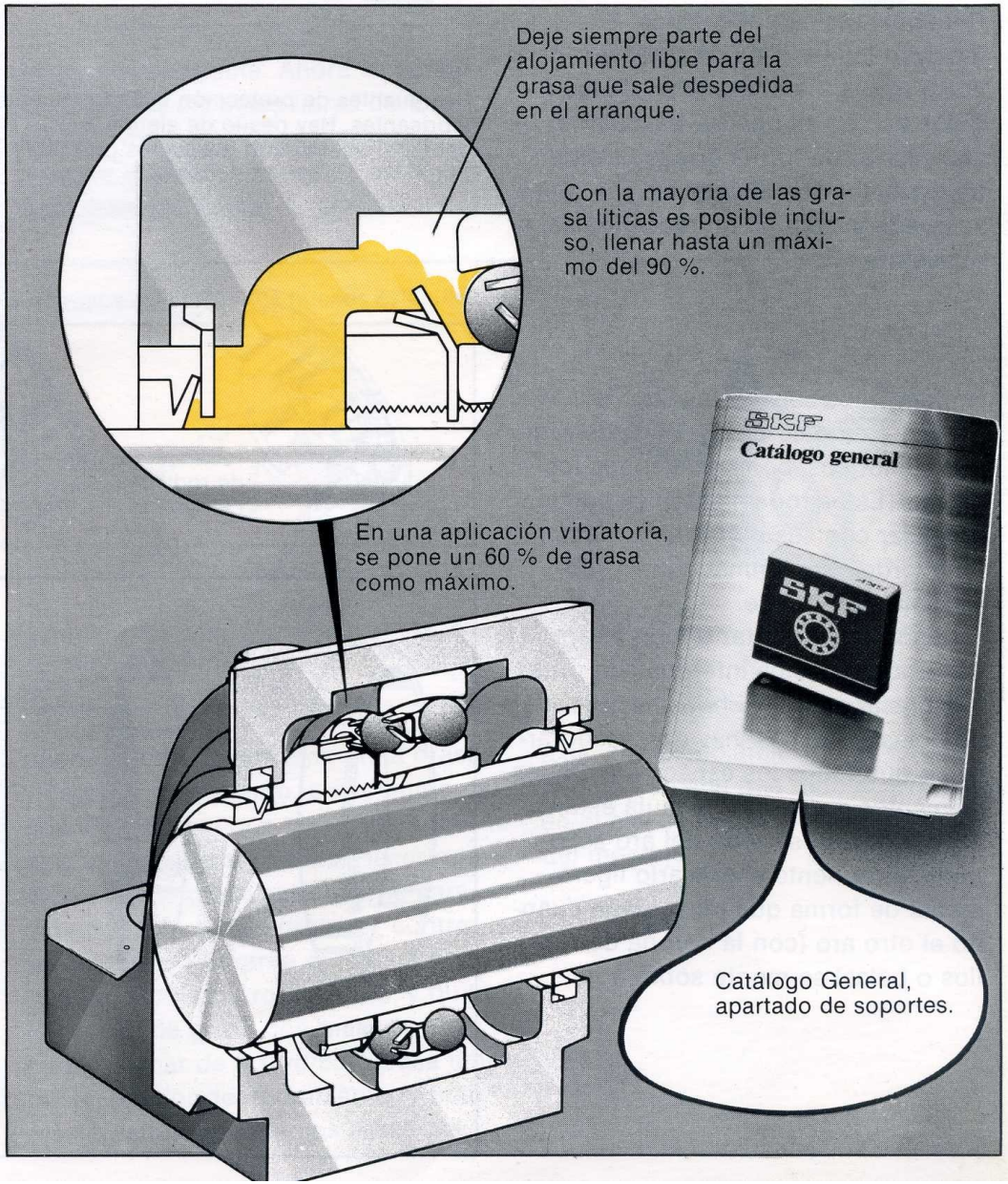
d

e

f

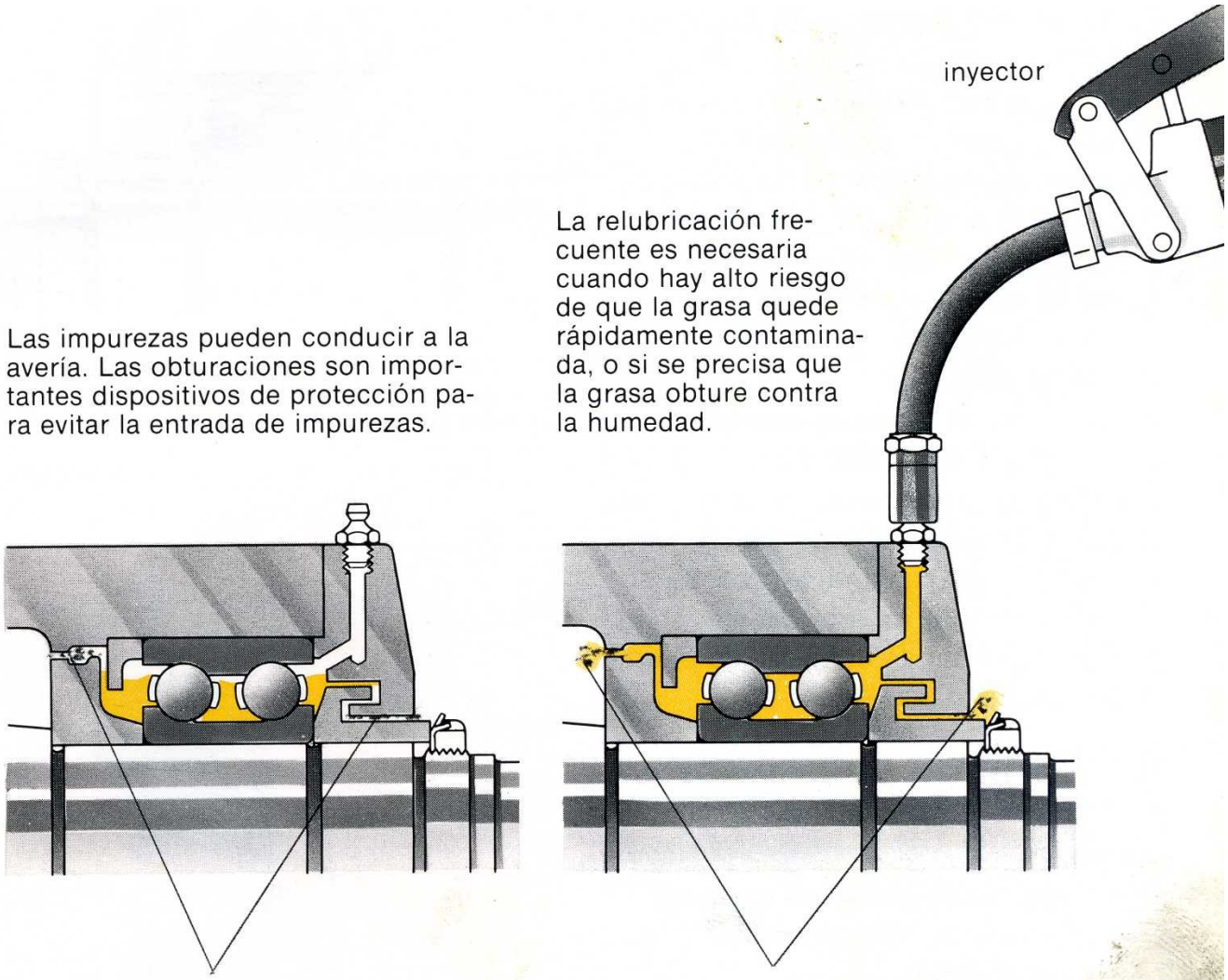
Temperaturas normales y máximas permisibles de un reductor de velocidad

Temperatura ambiente °C	Temperatura normal de operación °C	Temperatura máxima de operación °C
10	29	48
15	34	53
20	39	58
25	44	63
30	49	68
35	54	73
40	59	78
45	64	83


Deje siempre parte del alojamiento libre para la grasa que sale despedida en el arranque.
Con la mayoria de las grasa liticas es posible incluso, llenar hasta un máximo del 90 %.
En una aplicación vibratoria, se pone un 60 % de grasa como máximo.
SKF
Catálogo general
SKF
Catálogo General, apartado de soportes.

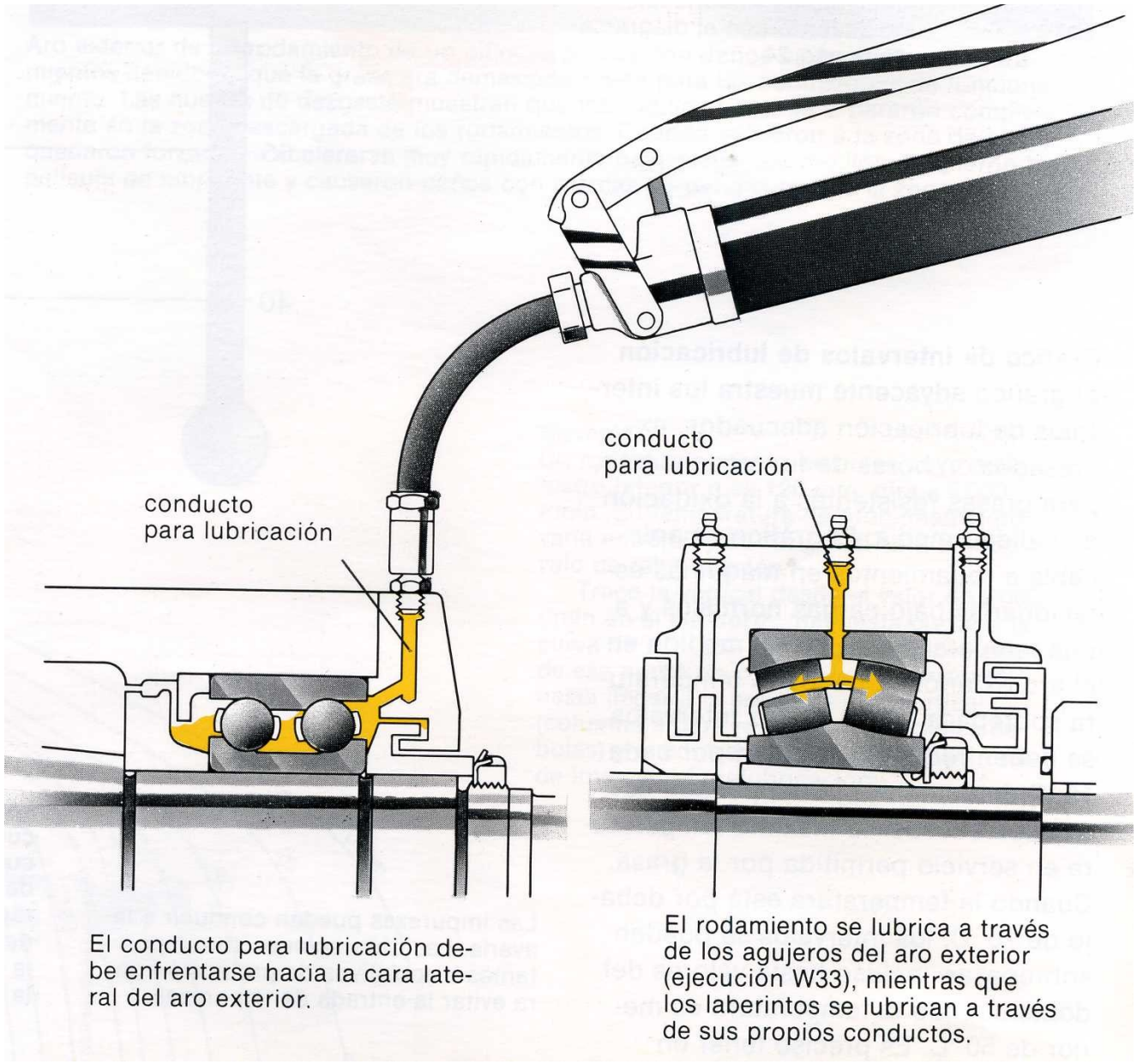
Las impurezas pueden conducir a la avería. Las obturaciones son importantes dispositivos de protección para evitar la entrada de impurezas.

La relubricación frecuente es necesaria cuando hay alto riesgo de que la grasa quede rápidamente contaminada, o si se precisa que la grasa obture contra la humedad.



Impurezas que entran a través de la obturación laberíntica.

La grasa nueva empuja a la vieja a través del laberinto, y también a las impurezas.


conducto
para lubricación
conducto
para lubricación
El conducto para lubricación debe enfrentarse hacia la cara lateral del aro exterior.
El rodamiento se lubrica a través de los agujeros del aro exterior (ejecución W33), mientras que los laberintos se lubrican a través de sus propios conductos.

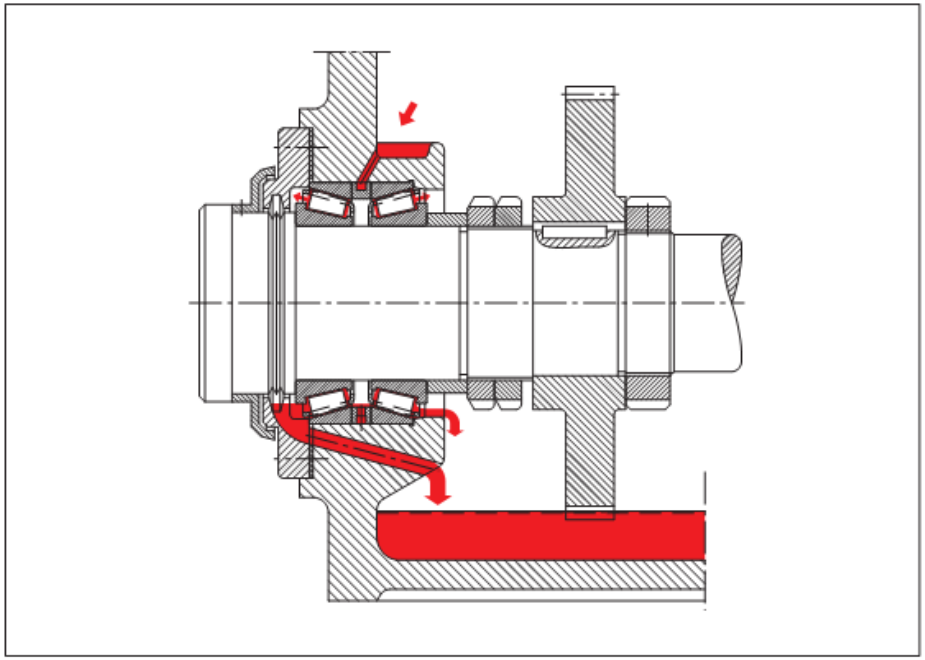
4.3. Métodos de Lubricación

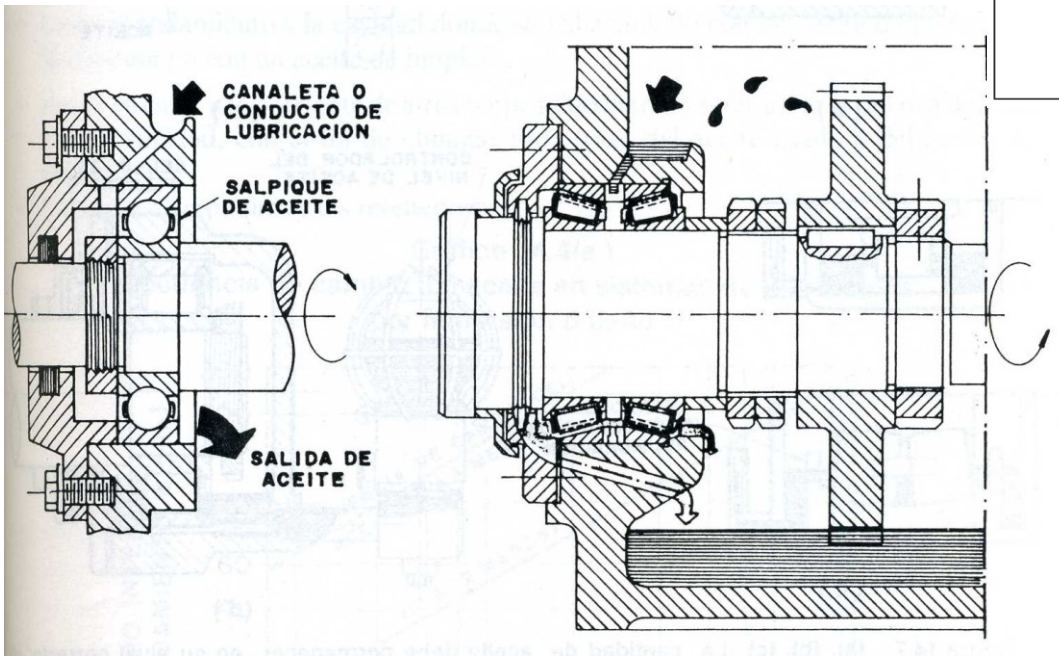
Los métodos más utilizados se pueden clasificar como:

1. Lubricación por salpique
2. Lubricación por inmersión o baño
3. Lubricación por goteo y por mecha
4. Lubricación por niebla
5. Lubricación por cono de elevación (ejes verticales)
6. Lubricación por anillo
7. Lubricación por circulación de aeite
8. Lubricación por grasera.

L. Por salpique

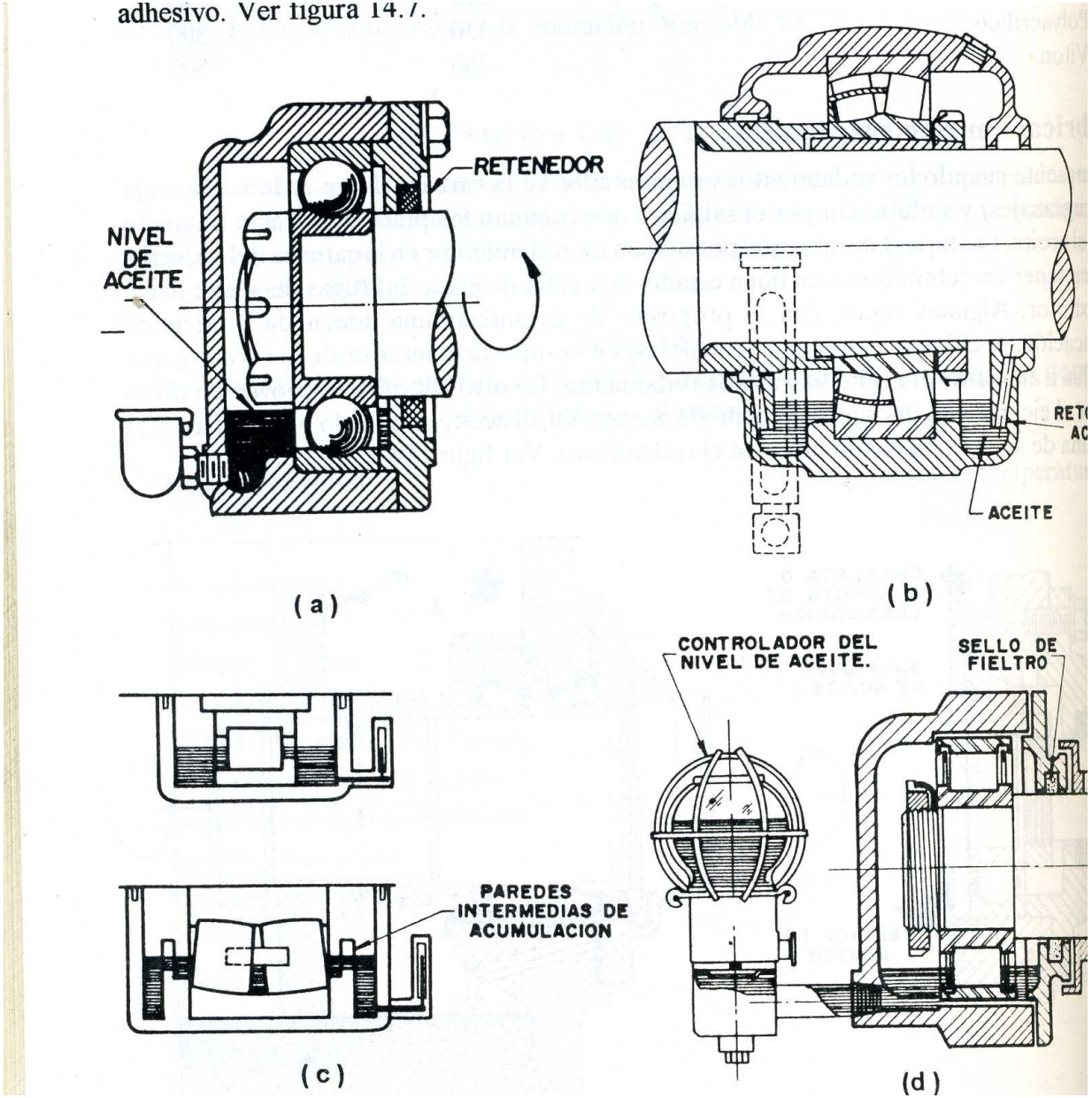
59: Circulación de aceite en rodamientos con efecto transportador



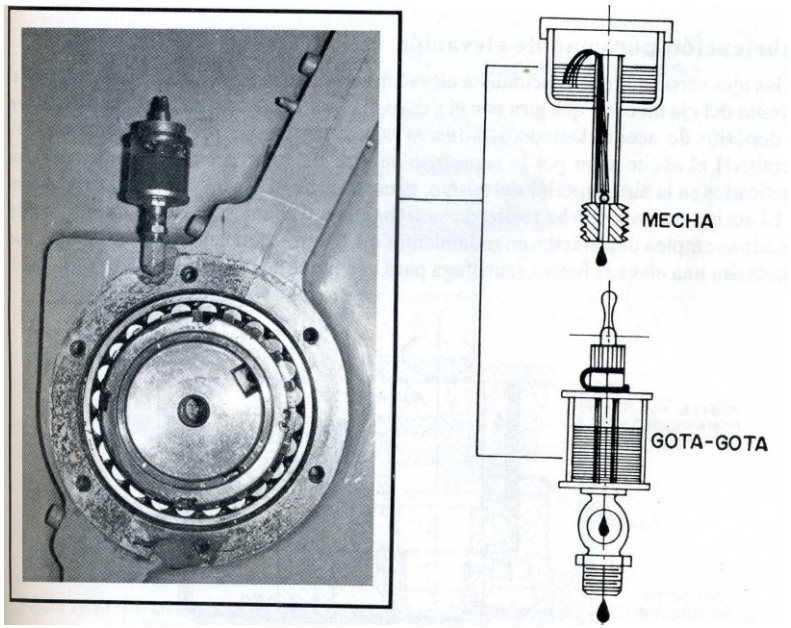


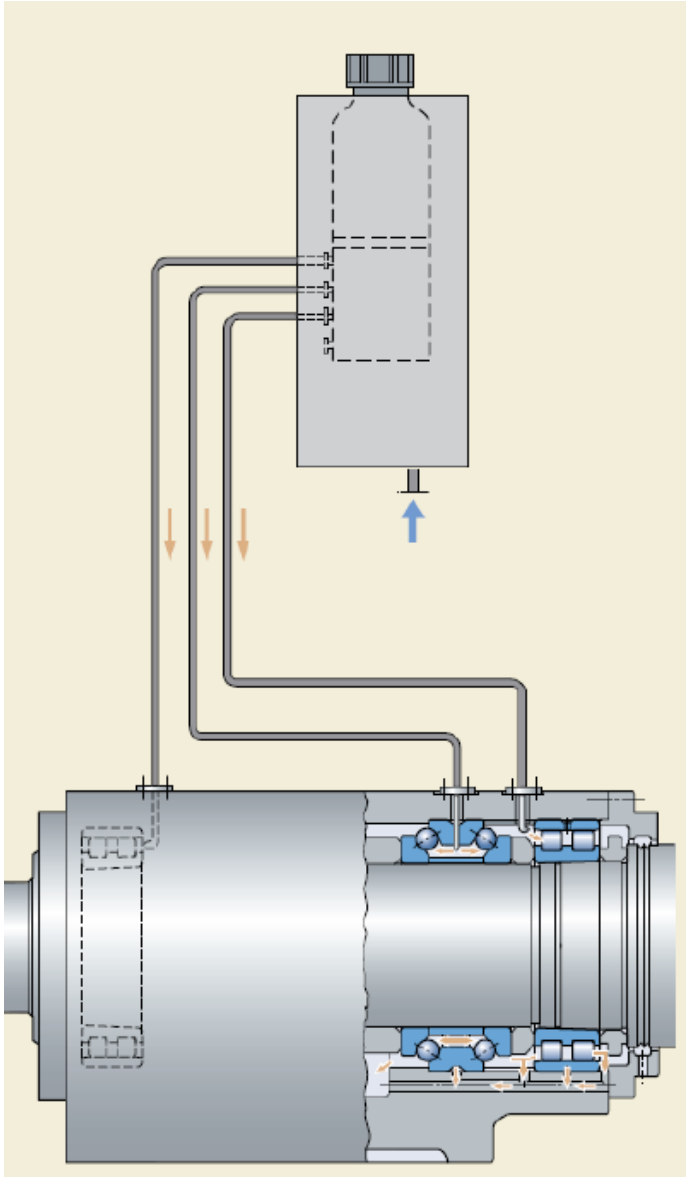
Formas de mantener el nivel del aceite controlado

Por inmersión

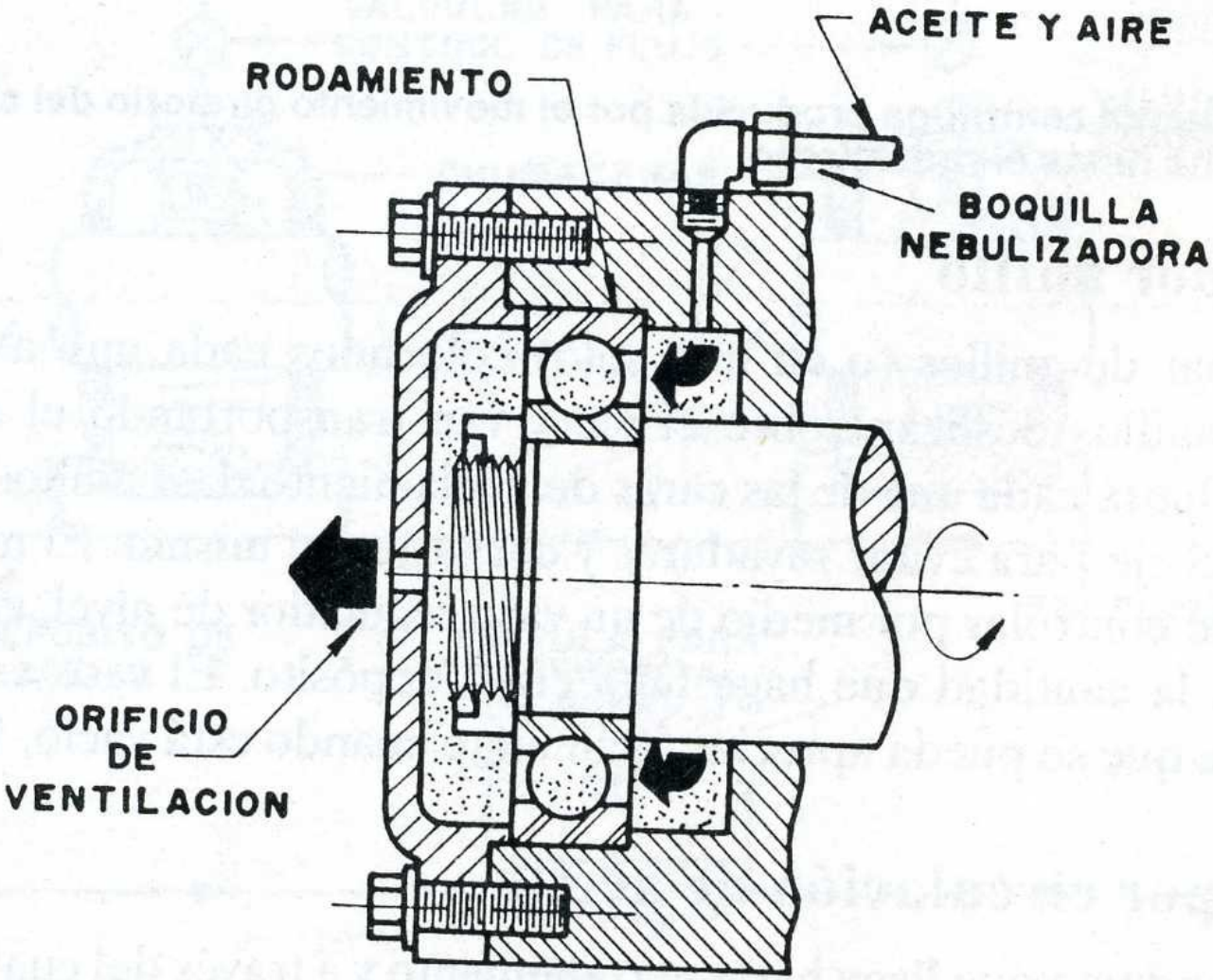


L. Por mecha o goteo

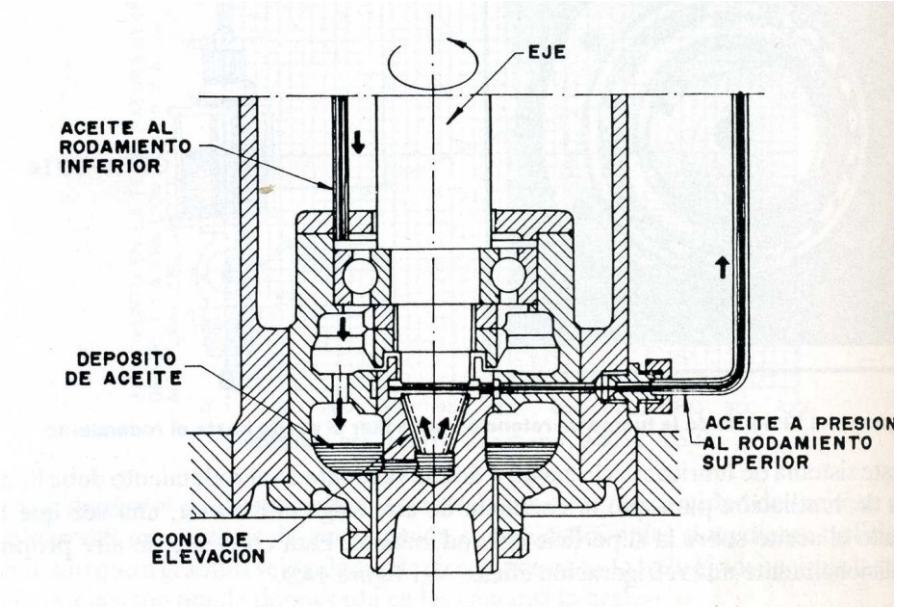




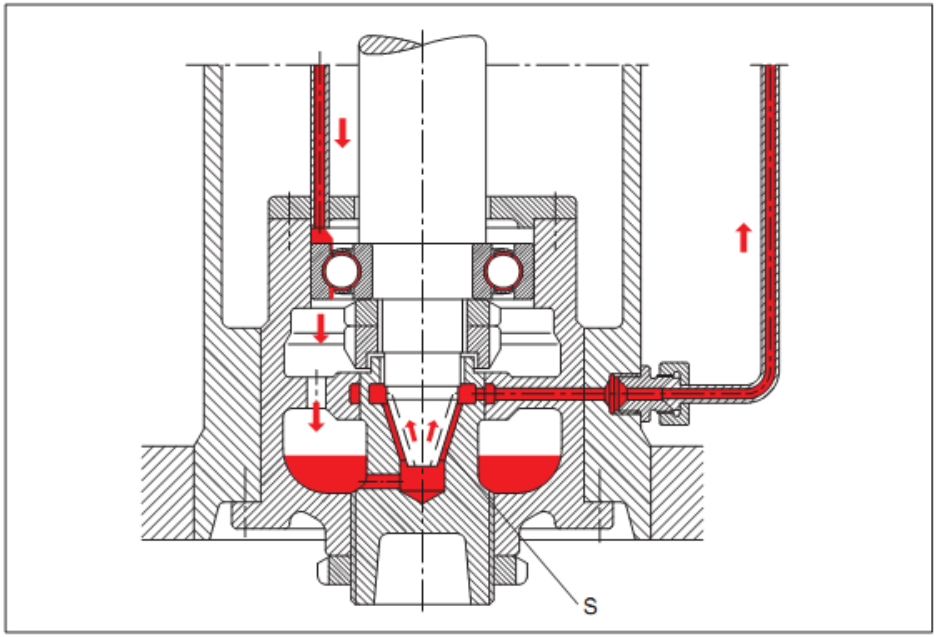
L. Por niebla de aceite



La fuerza centrífuga producida por el movimiento giratorio
Del cono hace fluir el aceite hasta el rodamiento

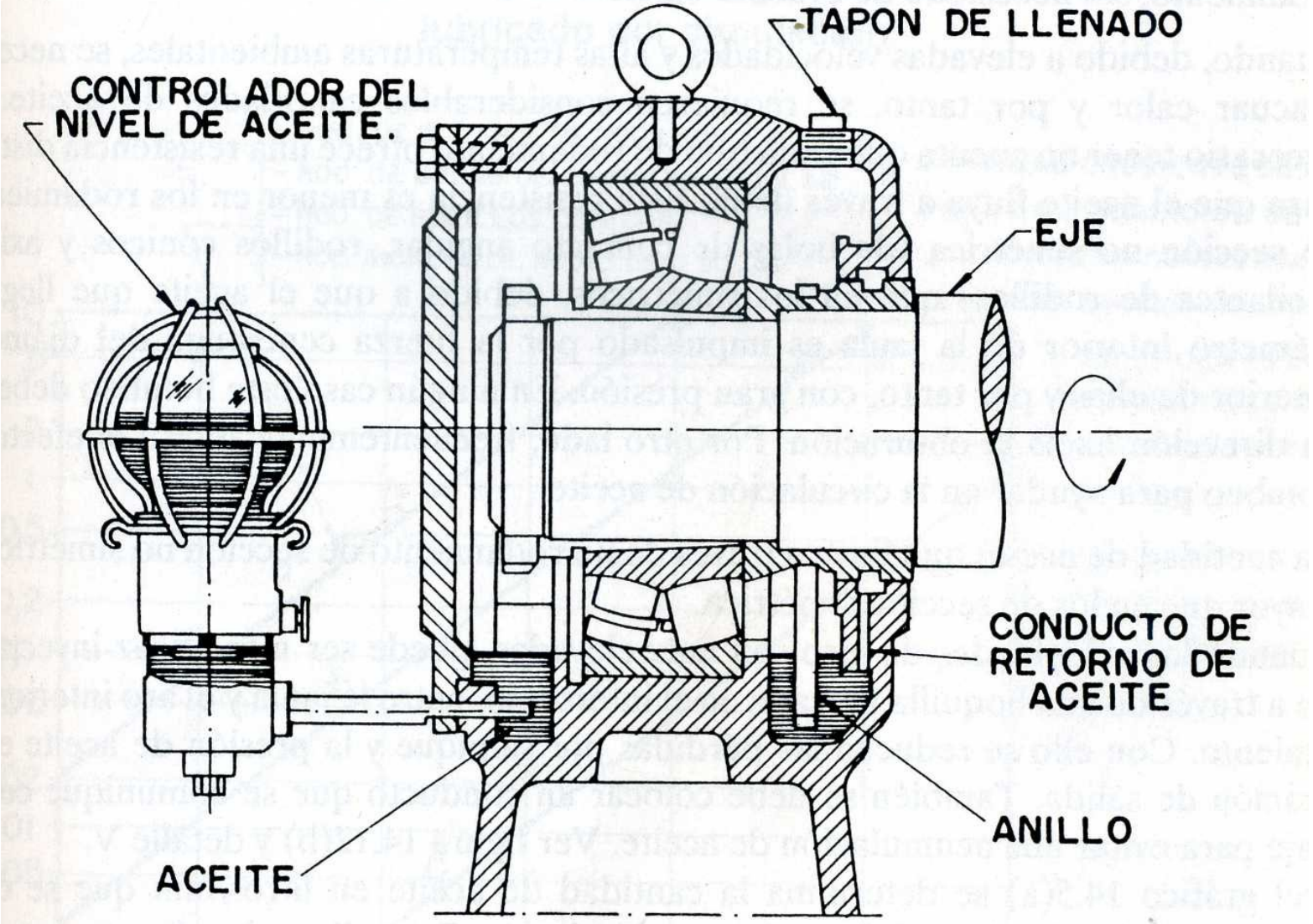


60: Circulación de aceite mediante cono de alimentación

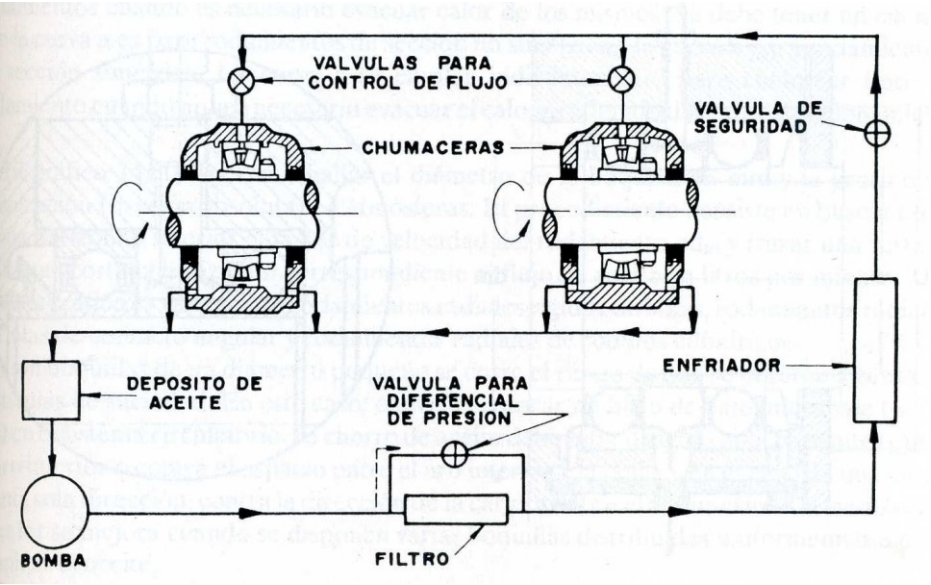


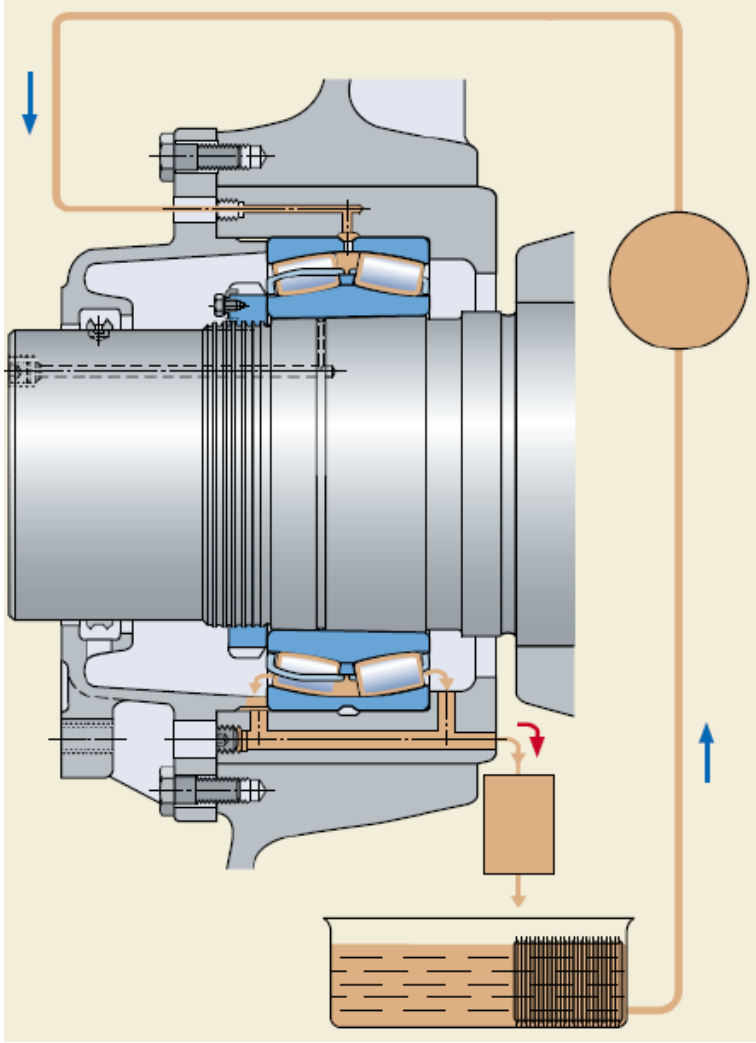
L. Por cono
De elevación

L. Por anillo

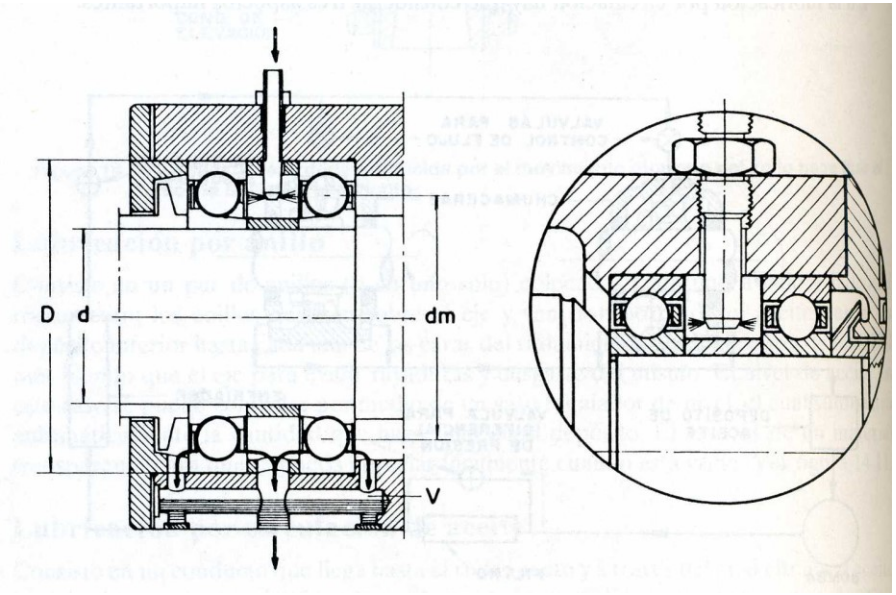

TAPON DE LLENADO
CONTROLADOR DEL NIVEL DE ACEITE.
EJE
CONDUCTO DE RETORNO DE ACEITE
ANILLO
ACEITE

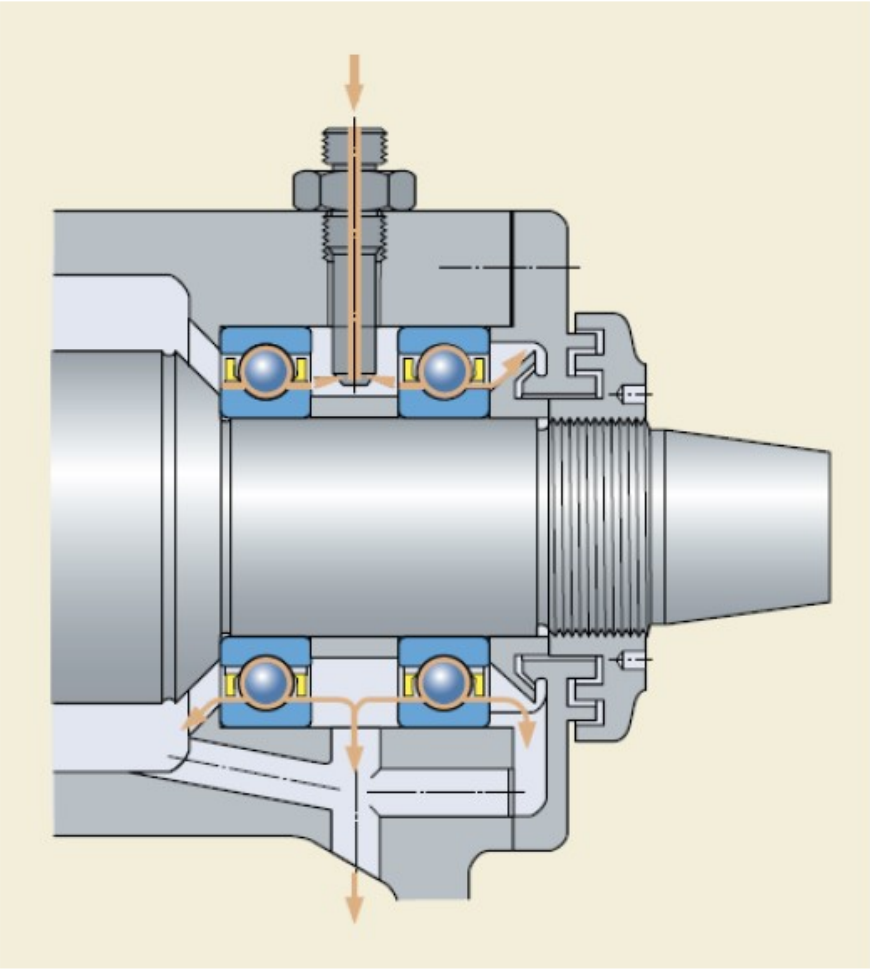
L. Por circulación



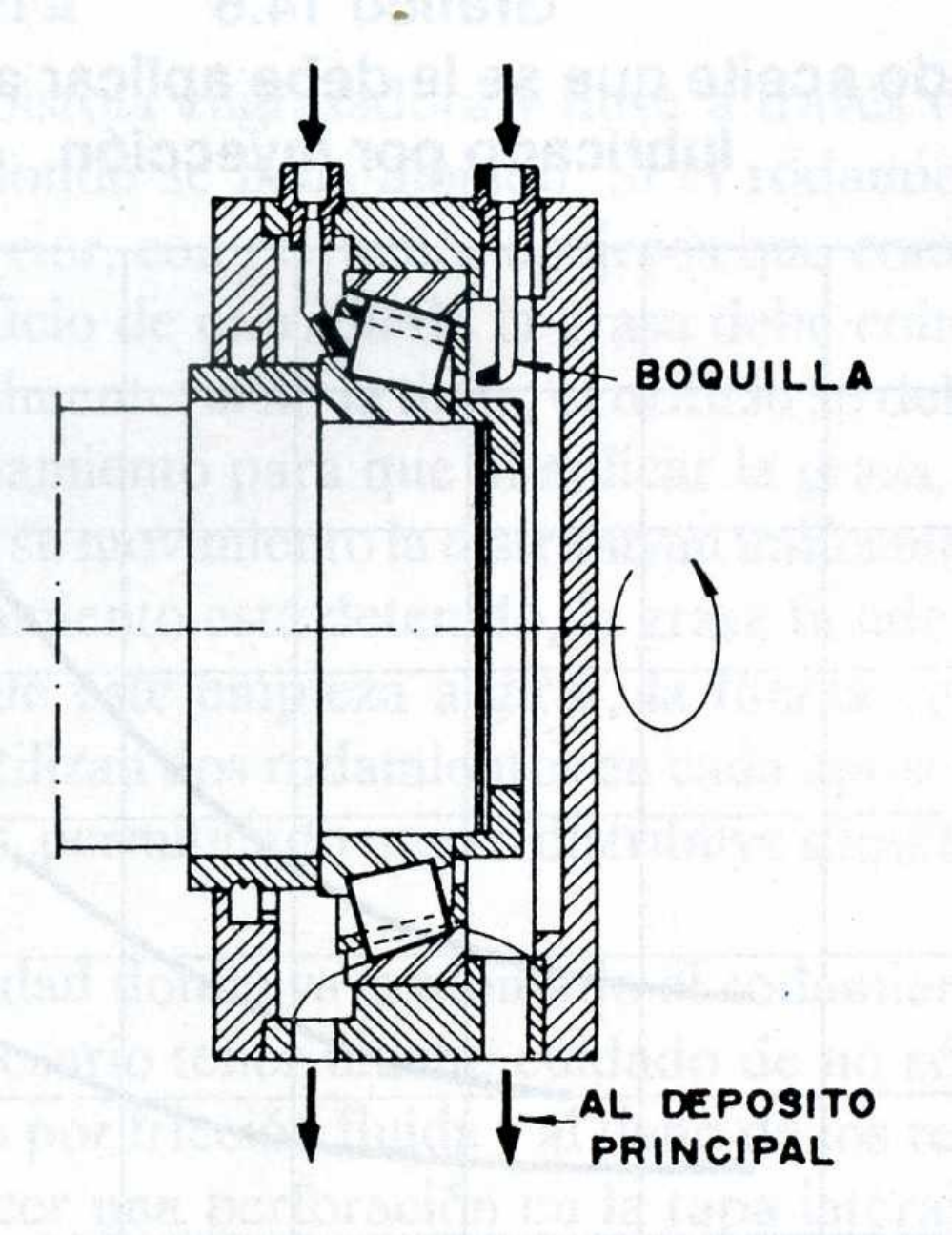


L. Por aspersión





Inyección de aceite con dos toberas en un rodamiento de rodillos cónicos



20: Sistema de lubricación

Lubricante	Sistema de lubricación	Aparatos para el sistema	Medidas constructivas	Factor de velocidad alcanzable $n \cdot d_m$ en $min^{-1} \cdot mm^{1}$)	Tipos apropiados, comportamiento en servicio
Lubricante sólido	Lubricación a vida	-	-	≈ 1500	Principalmente rodamientos rígidos de bolas
	Relubricación	-	-		
Grasa	Lubricación a vida	-	-	≈ $0{,}5 \cdot 10^6$ ≈ $1{,}8 \cdot 10^6$ para lubricantes especiales apropiados; periodos de lubricación según diagrama, figura 33 (pág. 36)	Todos los tipos excepto rodamientos axiales oscilantes de rodillos, en dependencia de la velocidad de giro y el tipo de grasa. Bajo rozamiento y comportamiento favorables al ruido con grasas especiales
	Relubricación	Prensa a mano; bomba de grasa	Orificios de alimentación, disco regulador si es preciso; cámara colectora de grasa usada		
	Lubricación por aspersión	Instalación de lubricación[2])	Alimentación por tubos u orificios; cámara colectora de grasa usada		
Aceite (grandes cantidades)	Lubricante por baño de aceite	Varilla de sondeo; tubo de nivel; control del nivel	Soporte con suficiente volumen de aceite; orificios de aliviadero; conexiones para aparatos de control	≈ $0{,}5 \cdot 10^6$	Todos los tipos; absorción de ruidos en dependencia de la viscosidad del aceite; mayor rozamiento del rodamiento por chapoteo; buena refrigeración; evacuación de partículas abrasivas en la lubricación por circulación y por inyección
	Lubricación por circulación debida a la alimentación propia del rodamiento o de elementos adicionales		Orificios de alimentación del aceite; soporte con suficiente volumen; elementos de alimentación, adaptados a la viscosidad y velocidad de giro; tener en cuenta el sentido de alimentación propio del rodamiento	Hay que determinarlo en cada caso	
	Lubricación por circulación de aceite	Instalación para circulación de aceite[2])	Orificios suficientemente grandes para alimentación y evacuación del aceite	≈ $1 \cdot 10^6$	
	Lubricación por inyección de aceite	Instalación para circulación con toberas de inyección[5])	Alimentación por toberas orientadas; evacuación por orificios suficientemente grandes	probado hasta $4 \cdot 10^6$	

Aceite (cantidades mínimas)	Lubricación por impulsos Lubricación por goteo	Instalación de lubricación[2]); engrasador por goteo; instalación de lubricación por aspersión	Orificios de evacuación	$\approx 2 \cdot 10^6$ en dependencia del tipo de rodamiento, viscosidad del aceite, cantidad de aceite, construcción anexa	Todos los tipos; absorción de ruidos en dependencia de la viscosidad; rozamiento en dependencia de la cantidad y viscosidad del aceite
	Lubricación por neblina de aceite	Instalación de lubricación por neblina; separador de aceite si es preciso	Sistema neumático de evacuación, si es preciso		
	Lubricación por aceite y aire	Instalación de lubricación por aceite y aire[4])	Sistema neumático de evacuación, si es preciso		

[1]) Depende del tipo de rodamiento y de las condiciones de montaje.
[2]) Instalación central de lubricación formada por bomba, recipiente, filtro, tubería, válvulas y estranguladores.
Instalación para circulación con recuperación del aceite, eventualmente con refrigerador (véase figuras 21 y 22).
Instalación de lubricación sin recuperación con válvulas con mando de dosificado temporal para pequeñas cantidades (de 5 a 10 mm^3 por embolada).
[3]) Instalación de lubricación por neblina formada por recipiente, micronebulizador, tubería, toberas de recompresión, sistema de mando, sistema de abastecimiento de aire comprimido (véase fig. 23).
[4]) Instalación de lubricación por aceite y aire formada por bomba, recipiente, tubería, distribuidor de dosificación volumétrica del aceite y del aire, toberas, sistema de mando, sistema de abastecimiento de aire comprimido (véase figura 24).
[5]) Dimensionado de las toberas (véase figura 51, pág. 45).